

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

IMPACTO DE LA VEGETACIÓN EN EL CONFORT TÉRMICO Y DESARROLLO COGNOSCITIVO DE NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN.

CASO DE ESTUDIO: FUNDACIÓN CEDAC, NAUCALPAN ESTADO DE MÉXICO

Cindy Falcony Ramos

Tesis para optar el grado de Maestra en Diseño
Línea de investigación: Arquitectura Bioclimática

Miembros de jurado:

Dra. Alicia Chacalo Hilu
Directora de la tesis

Dr. Víctor Armando Fuentes Freixanet
Dr. Pablo David Elías López
Lic. José Luis Carrasco Núñez
Lic. María de Jesús Rodríguez Guerrero

México D.F.
Julio 2014

Resumen

La investigación realizada para llevar a cabo este trabajo tuvo por objetivo analizar el confort térmico de niños con síndrome de Down (SD) en condiciones ambientales exteriores, en un espacio dotado de vegetación, con el fin de poder obtener parámetros que sirvan como base para el diseño de espacios bioclimáticos para personas en esta condición. Asimismo, se evaluó el impacto que tienen las características de la vegetación y elementos naturales en el desarrollo de sus habilidades, en específico, el área cognoscitiva con el propósito de obtener lineamientos de diseño para jardines terapéuticos, que se complementen con los programas psicopedagógicos comúnmente utilizados para la educación y capacitación de personas con SD.

El período experimental tuvo una duración de seis meses dividido en cinco etapas, durante las cuales, se evaluó al grupo de estudio en tres aspectos:

1. Preferencias respecto a las características de la vegetación y condiciones ambientales.
2. Análisis bioclimático de las características físicas del medio que afectan el confort térmico del grupo de estudio.
3. Aplicación del estímulo experimental y análisis de resultados.

Previo a la etapa tres, se diseñó y ejecutó un jardín terapéutico el cual fue utilizado como estímulo experimental.

La metodología y los resultados obtenidos de esta investigación podrían ser útiles para futuros estudios en donde se busque evaluar el confort térmico al exterior para personas con síndrome de Down o discapacidades similares, asimismo, los lineamientos de diseño propuestos en este trabajo, podrán utilizarse como referencia para diseños de jardines curativos o terapéuticos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN. ARQUITECTURA Y VEGETACIÓN EN SINERGIA PARA EL BIENESTAR DEL SER HUMANO.	1
<i>I.1. Planteamiento y delimitación del problema</i>	<i>5</i>
<i>I.2. Objetivo general</i>	<i>6</i>
<i>I.3. Hipótesis General</i>	<i>6</i>
<i>I.4. Motivación para elaborar la investigación</i>	<i>7</i>
<i>I.5. Procedimiento</i>	<i>8</i>
<i>I.6. Desarrollo del documento</i>	<i>9</i>
<i>I.7. Resultados y aportaciones</i>	<i>10</i>
CAPÍTULO II. JARDINES CURATIVOS. RETOMANDO LA NATURALEZA.	11
<i>II.1. La naturaleza y el ser humano.</i>	<i>11</i>
<i>II.2. Los jardines como espacios terapéuticos</i>	<i>18</i>
<i>II.3. Uso de los jardines curativos</i>	<i>20</i>
<i>II.4. Historia del diseño de los jardines terapéuticos</i>	<i>21</i>
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE SITIO	25
<i>III.1. Análisis Bioclimático</i>	<i>26</i>
<i>III.2. Análisis Climático</i>	<i>27</i>
<i>III.3. Análisis paramétrico.</i>	<i>33</i>
<i>III.4. Análisis mensual y anual. Parámetros interrelacionados.</i>	<i>41</i>
III.4.1 Estrategias de diseño de acuerdo a las características del sitio.....	52
III.4.2 Estrategias de diseño bioclimático para exteriores.....	52
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL CON NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN.....	55
<i>IV.1. Caso de estudio.....</i>	<i>56</i>
<i>IV.2. Diseño experimental</i>	<i>57</i>
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	68
<i>V.1. Análisis Climatológico</i>	<i>68</i>

V.2. Diseño y ejecución del jardín terapéutico.	69
V.3. Discusión de resultados	74
V.3.1. Preferencias del entorno natural.....	74
V.3.2. Análisis de habilidades.....	76
V.4. CONCLUSIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Templo de Hephaestlon (Acrópolis, Atenas).
Fig. 2. Escultura de Buda en la Pagoda de Long Son (Nha thrang Vietnam).
Fig. 3. Pasaje en Pompeya, Italia.
Fig. 4. Palacio Topkapi, Estambul.
Fig. 5. Central Park, Nueva York.
Fig. 6 y 7. Intramuros, Manila.
Fig. 8. Parque Naucalli, Estado de México.
Fig. 9. Costa de Hong Kong.
Fig. 10. Costa de Shangai.
Figs. 11 y 12. Fundación CEDAC, Estado de México.
Fig. 13. Parque delegación Azcapotzalco.
Fig. 14. Parque en Legaria, Distrito Federal.
Fig. 15. Parque Naucalli, Estado de México.
Fig. 16. Hong Kong.
Fig. 17. Manila, Filipinas.
Fig. 18. Jardín Botánico, Singapur.
Fig. 19. Centro de rehabilitación Infantil Teletón, Estado de México.
Fig. 20. Hospital Satélite, Estado de México.
Figs. 21 y 22. Centro de rehabilitación Infantil Teletón, Estado de México.
Fig. 23. Fundación CEDAC, Estado de México.
Figs. 24, 25, 26. Hospital Español, México D.F.
Fig. 27. Hospital de traumatología, Estado de México.
Fig. 28. Fundación CEDAC, Estado de México.
Fig. 29. Mapa de cuenca del río Balsas.
Fig. 30. Imagen satelital de Naucalpan, Estado de México.
Fig. 31. Gráfica de temperatura.
Fig. 32. Gráfica de humedad.
Fig. 33. Gráfica de precipitación y evaporación.
Fig. 34. Gráfica de Radiación Solar.
Fig. 35. Gráfica de nubosidad.
Fig. 36. Gráfica de insolación.
Fig. 37. Gráfica de días grado.
Fig. 38. Gráfica de viento.
Fig. 39. Gráfica de frecuencia anual del viento.
Fig. 40. Triángulos de Evans.
Fig. 41. Gráfica de índice ombrotérmico.
Fig. 42. Temperaturas horarias.
Fig. 43. Humedades horarias.

Fig. 44. Radiación horaria.
 Fig. 45. Donativos para jardín terapéutico.
 Fig. 46. Evaluaciones a grupo de estudio.
 Fig. 47. Instrumentos de medición.
 Fig. 48. Fotografía satelital de Fundación CEDAC.
 Fig. 49. Área asignada para jardín terapéutico.
 Fig. 50. Anteproyecto de jardín terapéutico.
 Fig. 51. Plano de proyecto de jardín terapéutico.
 Fig. 52. Plano de trazo de jardín terapéutico.
 Fig. 53. Ejecución de jardín terapéutico.
 Fig. 54. Jardín terapéutico terminado.
 Fig. 55. Pruebas realizadas con diferente tipo de ropa.
 Fig. 56. Expresión independiente de los alumnos.
 Fig. 57. Actividades programadas para el desarrollo psicomotor.
 Fig. 58. Tolerancia a las texturas.
 Fig. 59. Actividades para el desarrollo psicomotor.
 Fig. 60. Sesiones con sonidos de la naturaleza.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de climas según el sistema modificado de Köppen- García de acuerdo a Enriqueta García.
 Tabla 2. Datos Climatológicos normalizados de Molinito San Bartolo 1971-2000.
 Tabla 3. Gráficas de datos Molinito San Bartolo 1971-2000.
 Tabla 4. Datos de viento Molinito San Bartolo 1971-2000.
 Tabla 5. Análisis paramétrico climático.
 Tabla 6. Dirección del viento.
 Tabla 7. Tablas de Mahoney.
 Tabla 8. Indicadores de Mahoney.
 Tabla 9. Carta bioclimática.
 Tabla 10. Diagrama psicométrico.
 Tabla 11. Temperaturas y humedades horarias.
 Tabla 12. Radiación solar.
 Tabla 13. Matriz de climatización.
 Tabla 14. Ciclos estacionales.
 Tabla 15. Secciones de encuesta aplicada.
 Tabla 16. Resultados de interacción con la vegetación o áreas verdes.
 Tabla 17. Resultados de las características de la vegetación y factores ambientales.
 Tabla 18. Resultado de factores de confort.
 Tabla 19. Resultado de las evaluaciones sobre preferencias de papas.
 Tabla 20. Categoría de adquisición de habilidades.

Impacto de la vegetación en el confort térmico y desarrollo cognoscitivo en niños con Síndrome de Down

Caso de estudio: Fundación CEDAC, Naucalpan Estado de México

Capítulo I. Introducción. Arquitectura y vegetación en sinergia para el bienestar del ser humano.

La arquitectura, considerada la segunda piel del ser humano, ha existido desde los primeros tiempos, desde que se descubre que por medio de ella se logran satisfacer necesidades como el cobijo, la protección y el sentido de pertenencia. A pesar de que el hombre ha modificado su entorno para satisfacer estas necesidades, siempre ha existido una interrelación indispensable con la naturaleza, mediante ella mantenemos el equilibrio físico y mental, en ella ha encontrado todo lo necesario para sobrevivir. En relación a los espacios que se habitan las características físicas que ofrece el sitio deben ser consideradas para determinar el diseño, los materiales constructivos, la orientación, y el óptimo aprovechamiento de las áreas verdes y topografía entre otras (Sanmiguel, 2007).

Mediante este trabajo se pretende profundizar en los beneficios de la interrelación entre el contexto natural y las personas, así como la necesidad de fomentar en la arquitectura esta conexión mediante el diseño de los espacios y el aprovechamiento de los recursos naturales para beneficio físico y psicológico del ser humano.

El hombre a través de la historia ha generado áreas verdes y arboladas en zonas urbanas, para control de agentes dañinos en el ambiente, en la estética de los espacios, la salud pública, la recreación y en el confort físico y psicológico de las personas (Rente y Krishnamurthy, 1998).

Se ha demostrado que las áreas verdes además de controlar la erosión, la contaminación del aire y del ruido, pueden provocar impactos positivos en la psique humana disminuyendo el estrés y aumentando la concentración de forma inconsciente, asimismo ayuda en nuestra salud física contribuyendo a regular el ambiente que ha sido afectado por los diferentes agentes en las grandes zonas urbanas (Ulrich, 1984).

Por otro lado la vegetación y la naturaleza refuerzan la atención espontánea, es decir, agudizan la concentración, permiten que el aparato sensorial se relaje y proveen aire fresco y luz del sol que tienen efectos para nuestros ritmos biológicos diurnos y anuales (Kaplan, 1989).

Con la intención de mencionar la influencia de las áreas verdes, podemos nombrar la relevancia de los parques en las poblaciones. Estudios previos arrojan resultados que indican que es real el impacto positivo que tienen las personas que trabajan, viven y se desenvuelven en espacios con presencia de árboles a diferencia de los que tienen vista sobre paisajes urbanos sin ellos, quienes padecen más a menudo sentimientos de angustia, irritación, tristeza y estrés (Grahn, 1989).

Algunos ejemplos de estas investigaciones son los siguientes: Undeskole en Dinamarca (escuelas al aire libre) (Bentsen et-al, 2010), en Nueva Zelanda y en Inglaterra con los programas de educación al exterior (Jones, 2004) y de forma similar en algunas universidades de California y Texas (Ulrich, 1984), concluyeron que los alumnos que tuvieron clases en contacto con un entorno natural tienen mejor manejo de estrés, estimulación de todos los sentidos, motivación por permanecer en clases, entre otros.

Por lo anterior es claro que el diseño de los espacios ha sido producto de respuestas adaptativas al contexto natural, pero no siempre de manera favorable, ya que la arquitectura también ha evolucionado mediante nuevas tecnologías, las cuales han ido consumiendo los recursos naturales y convirtiéndose en un producto de la moda y en ocasiones sólo para aquellos con un cierto poder adquisitivo elevado. Se dejan de lado los conceptos básicos, lógicos y simples como adecuar los espacios al contexto cultural, social y natural del sitio donde se están proyectando o construyendo, es ahí donde la arquitectura bioclimática busca retomar el óptimo aprovechamiento de los recursos que la naturaleza nos ofrece, como el sol, el viento, la precipitación o la vegetación por mencionar algunos. Intentando con esto reducir las afectaciones al ambiente, además de considerar primordial la sustentabilidad económica, de la misma forma que busca el confort físico y psicológico de quien la habita (Rodríguez et al, 2001).

Es importante recordar que la arquitectura es para todas las personas sin importar nivel socioeconómico, cultural, religión, sexo, edad o condición física, la gente merece una mejora continua en la calidad de los espacios. Estos conceptos integran la relación del ser humano con el contexto natural ofreciendo una mejor calidad de vida a todo ser humano sin importar su condición. Otras disciplinas han mostrado la misma inquietud buscando encontrar factores que puedan beneficiar y promover esta relación. Como referencia, se tiene el caso de algunos hospitales que han realizado propuestas de diseño en espacios exteriores para ofrecer una mejor rehabilitación a personas con diferentes tipos de enfermedades, a través de jardines terapéuticos y curativos. Por mencionar algunos, se encuentran el Rusk Institute of Rehabilitation Medicine en Nueva York o el

hospital The Good Samaritan en Portland Oregón; estos últimos diseñados para personas con enfermedades terminales, discapacidades físicas y mentales, proveen un espacio también para los visitantes o personal de las clínicas u hospitales en donde se encuentran estos jardines (Harting y Cooper, 2006).

Por lo anterior, una de las metas de este trabajo es ampliar el campo de acción de la arquitectura bioclimática, considerando el contexto natural y sus componentes como herramientas para obtener información. Se pretende ofrecer alternativas para mejorar la calidad de vida y la integración a la sociedad de las personas con discapacidad (INEGI, 2004).

La población de personas con discapacidad ha aumentado de forma general, proporcionalmente al crecimiento de la población. Gracias al avance en los tratamientos y al control de algunas enfermedades crónicas, se ha logrado que las personas con discapacidad vivan más tiempo, sin embargo, continúan mostrando limitaciones en el desempeño de sus actividades personales con independencia, obstaculizando su integración social.

No ha sido posible saber la cantidad exacta de personas con discapacidad a nivel mundial debido a la gran variedad de conceptualizaciones y técnicas de medición en cada país. En principio se reconoce que las discapacidades son un fenómeno complejo, porque éstas pueden ser múltiples en una sola persona, lo cual hace que sean difíciles de catalogar, en cuanto a la medición por el tipo de preguntas, estructura y expresión. Sin embargo la Organización Mundial de Naciones Unidas (ONU) en 1990 logró mediante una base de datos denominada DISTAT (the United Nations Disability Statistics Database) elaborar las siguientes mediciones (INEGI, 2004).

- *En el 2004, en el mundo había alrededor de 500 millones de personas con discapacidad (que representaba la décima parte de la humanidad).*
- *Cada año, a causa de la desnutrición, un millón de niños sanos se convierten en discapacitados.*
- *La OMS estima que 98% de las personas con discapacidad que viven en los países en desarrollo están en total desamparo, puesto que no son beneficiarios de ninguna asistencia médica gratuita ni de seguridad social.*

La variedad de discapacidades existentes es tal, que es difícil definir tipo y necesidades específicas para cada una de ellas. La mayoría presenta grados y combinaciones diferentes de deficiencias, así como características de acuerdo a la edad y nivel de severidad. Algunos ejemplos son: discapacidad intelectual, auditiva, motora, visual, trastorno del espectro autista, algunos síndromes específicos, entre otros.

De acuerdo a la Asociación sobre el Retraso Mental de 2002 la definición de discapacidad intelectual, es una discapacidad caracterizada por limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual y conducta adaptativa tal como se ha manifestado en habilidades prácticas, sociales y conceptuales. Esta discapacidad comienza antes de los 18 años (Verdugo, 2002). La Norma Oficial Mexicana (NOM-015-SSA3-2012) publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2012, toma como base este criterio para la regulación de servicios y atención para personas con discapacidad. (DOF, 2012).

Existen tratamientos médicos y terapéuticos, así como procedimientos psicopedagógicos, para mejorar la calidad de vida de individuos con este tipo de condiciones pero aún falta mucho por hacer, descubrir y crear. Es importante entender las dificultades reales que enfrentan; es poco frecuente ver a personas con discapacidad desenvolverse de forma independiente en la calle o espacios públicos, en muchas ocasiones requieren del apoyo de otras personas. En las edificaciones, como viviendas y espacios públicos, existen lineamientos para accesibilidad pero no abarcan suficientes aspectos, como en el diseño interior o el aprovechamiento del entorno natural donde se consideren la flexibilidad para la integración de los usuarios con discapacidad física, intelectual o de cualquier otro tipo, ya que cada una de estas condiciones tiene necesidades de infraestructura diferente (LGPD, 2008).

Para apoyarlas, es importante el trabajo interdisciplinario para planear de forma adecuada los servicios, la infraestructura y los programas por mencionar algunos.

En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud realizada por el INEGI en el año 2000 el 2.30% de la población tenía alguna discapacidad, aunque de acuerdo al Censo de Población y Vivienda la cifra es 1.84%, la variación radica en las estrategias aplicadas para su medición (INEGI 2004). En la actualidad, a pesar de haber programas e iniciativas importantes desarrollados a nivel mundial por diferentes organizaciones como la ONU y la OMS para el sector de personas con discapacidad, hay mucho por investigar y hacer. Todos los profesionistas pueden aportar conocimientos para explorar aspectos desatendidos. En este sentido, como arquitectos, la labor de ofrecer espacios habitables y confortables debe de considerarse de igual forma para todo tipo de personas y niveles de capacidad.

En México, la Ley General de las Personas con Discapacidad vigente, ha establecido bases mediante las cuales se busca la equidad, igualdad de oportunidades y derecho a una calidad digna de vida para este sector, por lo que apoya programas de educación, rehabilitación e implementaciones de capacitación para lograr estos propósitos (LGPD, 2008). Sin embargo, en el Capítulo IV, sobre la Factibilidad Arquitectónica de Desarrollo Urbano y Vivienda, no hace mención

alguna en relación a mejorar el diseño de las edificaciones para uso terapéutico, siendo estos espacios en donde se llevan a cabo los programas considerados para que las personas con discapacidad tengan una mejor integración social.

Los antecedentes indican que la influencia positiva de la vegetación en el ser humano se puede presentar en diferentes situaciones y espacios, sin importar edad, género o grupo social. Derivado de lo anterior, la inquietud que ha motivado realizar esta investigación, es comprobar si la vegetación y el contexto natural, además de los efectos positivos que tiene en las personas en condiciones comunes, contribuye de manera significativa en los programas para las personas con discapacidad para su integración a la sociedad, con especial interés de integrar dichos elementos en el diseño de espacios utilizados con fines terapéuticos, buscando así el progreso y bienestar para este sector.

1.1. Planteamiento y delimitación del problema

La arquitectura responde a espacios que han sido diseñados o adaptados según las experiencias y bajo distintas exigencias de quienes los habitan, sin embargo no todos los usuarios pueden expresar de la misma forma sus requerimientos de habitabilidad y funcionamiento en los espacios, como en el caso de las personas con discapacidad. En la actualidad, existen programas y proyectos que mediante esfuerzos nacionales e internacionales han logrado colocar las necesidades de estas personas dentro de la normatividad, derechos humanos y lineamientos de diseño arquitectónico para una óptima integración social. A pesar de lo anterior, existen dentro de este sector personas con síndrome de Down (SD), discapacidad que ha sido desatendida tanto por la reglamentación como por el diseño arquitectónico específico. Existen estudios previos para diseño del interior de los espacios para personas con discapacidades intelectuales como los realizados por Mostafa en el 2008 en el Cairo y por Lee en Colombia en el 2010, de los cuales se han obtenido propuestas de lineamientos para clínicas especializadas, sin embargo, carecen de un enfoque bioclimático.

Una Institución que se dedica a la capacitación, atención e integración social y mejoramiento de la calidad de vida de las personas con SD es la Fundación CEDAC (Centro de educación para personas con síndrome de Down) ubicada en el Estado de México, donde los espacios utilizados para fines educativos y terapéuticos tienden estar al interior, por lo cual los alumnos tienen menor interacción con el entorno natural. Por lo tanto, no han sido exploradas suficientes situaciones bajo la perspectiva bioclimática en donde se pudieran aportar alternativas como complemento al programa educativo y terapias actualmente utilizados donde se puedan presentar mayor bienestar general, progreso en su integración social y desarrollo de sus habilidades.

1.2. Objetivo general

Proponer lineamientos de diseño bioclimático para espacios exteriores con fines terapéuticos para personas con síndrome de Down.

Objetivo particular I

Distinguir las preferencias de los niños con síndrome de Down con respecto a tipos de vegetación, elementos naturales y condiciones ambientales, con el fin de proponer lineamiento de diseño bioclimático para espacios exteriores.

Objetivo particular II

Determinar los parámetros de confort térmico exterior para niños con síndrome de Down.

Objetivo particular III

Evaluar la influencia de las condiciones ambientales y de la vegetación, aplicadas como estímulo, en el desarrollo de las habilidades cognoscitivas de los niños con síndrome de Down.

1.3. Hipótesis General

En los programas psicopedagógicos para personas con SD, no se han realizado suficientes análisis bioclimáticos de los espacios para uso educativo y la relación que éstos tienen con entornos naturales. En ese sentido, puede aventurarse el hecho de que el bienestar general y el progreso en las habilidades cognitivas de los alumnos que asisten a la Fundación CEDAC podrían presentar un mayor impacto positivo en presencia y contacto con la vegetación, a diferencia de aquél que tienen en espacios cerrados y con poca interacción con el entorno natural.

Hipótesis Particular I

En países avanzados y en el mismo México se han hecho trabajos relacionados con el SD, este estudio podría ofrecer experiencias aprovechables en el ámbito nacional y mejorar los tratamientos terapéuticos que se utilizan actualmente.

Hipótesis Particular II

De los resultados de este trabajo se podrían obtener parámetros de confort térmico específicos para personas con SD que ayuden como base para futuras investigaciones y como lineamientos para el diseño de sus espacios.

Hipótesis Particular III

El impacto en el bienestar general y el progreso en las habilidades cognitivas de los alumnos con SD podría ser mayor en espacios que interactúen con la vegetación y el entorno natural.

1.4. Motivación para elaborar la investigación

De los estudios conocidos realizados sobre los efectos de la vegetación en el ser humano no se han evaluado a profundidad los impactos que ésta tiene en los espacios terapéuticos para personas con SD. Considerando que las condiciones de este núcleo han sido abordadas por diferentes organismos a nivel mundial y nacional, y reconociendo que es indispensable su integración plena y efectiva a la sociedad, les compete tratarlas a aquellos que diseñan los espacios habitados por el ser humano. Actualmente no se le ha explorado suficiente en algunas profesiones, considerar el diseño de jardines curativos como de gran utilidad para el cuidado y mejora en los programas psicopedagógicos de las personas con SD; lo más cercano de este tipo de espacios que se ha diseñado, son los dirigidos a personas con Alzheimer, enfermedades terminales, algunas discapacidades mentales y físicas en algunas clínicas y casas de cuidado en Estados Unidos y Europa (Harting y Cooper, 2006).

La evolución en ciertas áreas de la medicina ha provocado la toma de conciencia de la importancia del efecto de las áreas verdes en los pacientes y en los hospitales. Asimismo, algunas otras profesiones como la psicología del ambiente, arquitectura, diseño de interiores y otras, se han enfocado cada vez más en trabajar de manera conjunta en el diseño o remodelación de estos espacios. Actualmente, han sido considerados temas hipotéticos, pero han abierto el camino a seguir para las investigaciones futuras; es por eso que se debe considerar aplicar los conocimientos y resultados obtenidos para el desarrollo de estos espacios (Harting y Cooper, 2006). Se ha reconocido que se requiere más información acerca de cómo los jardines influyen en enfermedades o discapacidades específicas, así como una guía de selección de plantas y otros elementos de jardín para las instituciones dedicadas al cuidado de la salud (Mitrione, 2008).

Por otro lado, se debe entender y recordar la interdependencia funcional de los humanos y sus entornos (Bronfenbrenner, 2005), que las discapacidades resultan de una compleja relación entre la condición de salud de una persona, sus factores personales y los factores externos que representan las circunstancias en las que se desenvuelven diariamente y que los distintos ambientes, pueden tener efectos en un individuo. Por lo tanto, la discapacidad es un complicado conjunto de condiciones, muchas de las cuales las determina el contexto social y ambiental (CIF, 2001).

Lo que motiva esta investigación es lograr en la medida posible aportaciones significativas que conduzcan al confort físico y psicológico de los usuarios de espacios terapéuticos y de capacitación, utilizando como antecedentes los estudios realizados sobre el impacto benéfico de la vegetación en el ser humano y la respuesta que esta genera en las personas con discapacidad.

Existen algunos estudios que enfatizan la necesidad de encontrar los elementos de diseño arquitectónico específicos para personas con discapacidad, también reconocen la falta de

lineamientos a seguir para estos casos. Sin duda, por la necesidad de darles una calidad óptima de vida como a cualquier otro habitante en este mundo, estos estudios han dado una idea de algunos parámetros a seguir en el diseño interior, mas no se han enfocado en los beneficios que pudieran tener los efectos del contexto exterior en el progreso de sus habilidades y comportamiento. Prueba de que el contexto natural y la vegetación han sido utilizados bajo el concepto de jardines curativos y terapéuticos para algunas enfermedades terminales y discapacidades físicas y mentales es el hecho de que, los resultados han sido favorables para los usuarios, que han recibido beneficios psicológicos y físicos. Es por ello que no es descabellado considerar que bajo la misma idea la vegetación y el contexto exterior pudieran tener un efecto benéfico para las personas con Síndrome de Down en su tratamiento, capacitación e integración social.

Por otro lado, la arquitectura bioclimática ha estudiado el confort de los usuarios de diferentes espacios mediante el óptimo aprovechamiento de las condiciones físicas del sitio que se está explorando, considerando elementos como temperatura, humedad y viento. El análisis de estos componentes, ha sido una herramienta de diseño importante para la evolución de la arquitectura. Al ser ésta y la vegetación parte de nuestro entorno, se buscará dar una alternativa bioclimática a los espacios destinados a personas con SD, quienes perciben el entorno de forma distinta a nosotros, por lo que el diseño debe de considerar particularidades y necesidades específicas para los usuarios que los habitan.

1.5. Procedimiento

Para lograr los objetivos propuestos, el trabajo se dividió en cinco etapas:

Primera etapa: Se llevó a cabo una investigación sobre los antecedentes del uso de las áreas verdes y contextos naturales para fines curativos a través de la historia, sobre los lineamientos y las propuestas de diseño para jardines terapéuticos, y acerca de las estrategias bioclimáticas e índices de confort para espacios destinados para personas con SD.

Segunda etapa: Se realizó la búsqueda en diferentes instituciones y centros de asistencia para personas con SD que contaran con la infraestructura requerida para poder llevar a cabo la aplicación del componente experimental.

Tercera etapa: Una vez elegido el caso de estudio, se realizaron presentaciones a los representantes de la Fundación, terapeutas y padres de familia. Se entrevistaron psicólogos para posteriormente diseñar y aplicar encuestas a padres de familia, terapeutas y al grupo de estudio seleccionado. La razón por la que se evaluaron a los terapeutas y padres de familia en esta etapa, fue para conocer desde su perspectiva, las condiciones físicas y ambientales que consideraban que influían en el comportamiento del grupo experimental en los espacios que habitan, como los salones de terapia, capacitación y sus casas.

Cuarta etapa: Esta etapa se empezó a desarrollar a la mitad de la tercera. Se realizó un anteproyecto del estímulo experimental denominado jardín terapéutico. Para el diseño de este jardín, se consideraron elementos naturales y especies que de alguna manera estimularan los sentidos con el olor, color y textura. También se consideró el aprovechamiento de los componentes bioclimáticos como el viento, temperatura y sonido. Una vez aprobado el proyecto, se inició la recaudación de recursos en especie. Cuando se tuvo el material, las especies vegetales y el suelo; se llevó a cabo el proyecto. Antes de la ejecución del jardín, se realizó la primera recolección de datos de las condiciones climáticas del sitio, así como el plan de actividades a desarrollar durante las sesiones en el jardín.

Quinta etapa: El grupo de estudio se dividió en grupo de control y grupo experimental. Con el grupo experimental se realizaron siete sesiones en el jardín terapéutico. Durante las sesiones se recolectaron datos sobre las condiciones climáticas del sitio. Los registros se obtuvieron mediante el uso de dataloggers, de un luxómetro y un termómetro de bulbo. Al mismo tiempo, se obtuvo información de cómo estas condiciones climáticas, la presencia de la vegetación y elementos naturales impactaron en el comportamiento y confort general del grupo experimental, esta información se concentró en formatos de apoyo previamente diseñados los cuales contienen diagramas del espacio, condiciones físicas y ambientales, actividad realizada, características de vestimenta de los usuarios y respuesta a los estímulos. Finalmente se analizaron los resultados obtenidos en cada una de las etapas.

1.6. Desarrollo del documento

Capítulo I. Arquitectura y vegetación en sinergia para el bienestar del ser humano.

En este capítulo se dan los antecedentes y motivaciones de esta investigación, los cuales ayudaron a plantear los alcances del estudio y los procedimientos para lograr los objetivos propuestos.

Capítulo II. Jardines curativos. Retomando la naturaleza.

En un recorrido a través de la historia sobre el uso y la aplicación de los recursos naturales para beneficio del hombre, en específico para fines curativos y terapéuticos. También se señala como la arquitectura ha utilizado la vegetación como elemento primordial en el diseño de sus espacios para satisfacer necesidades de los usuarios.

Capítulo III. Análisis de sitio

En este capítulo se realiza un análisis geográfico, bioclimático y paramétrico del sitio para poder dar las estrategias de diseño para interiores y exteriores en el caso de estudio.

Capítulo IV. Análisis experimental con niños con síndrome de Down

Se evalúan al grupo de estudio seleccionado de la fundación CEDAC. Se explica la ejecución y aplicación del estímulo experimental, así como las pruebas realizadas durante las sesiones.

Capítulo V. Resultados y Conclusiones.

Posterior al análisis de la información obtenida en las sesiones, en este capítulo se describen los resultados obtenidos y las sugerencias para el diseño bioclimático de un jardín terapéutico para niños con síndrome de Down; asimismo, se describen los parámetros obtenidos respecto al confort térmico.

1.7. Resultados y aportaciones

De acuerdo a los estudios previos respecto a cómo las áreas verdes han funcionado como un espacio de entretenimiento, relajación y equilibrio en general para el ser humano, se espera que el diseño de jardín pueda promover la estimulación sensorial y el desarrollo de las habilidades cognitivas de los alumnos, mediante actividades específicas y enfocadas a este fin.

Se proponen lineamientos de los elementos bioclimáticos y de vegetación que puedan utilizarse específicamente para el diseño de espacios exteriores para personas con síndrome de Down, así como obtener información de cómo estos elementos influyen en su confort físico y psicológico.

Mediante los resultados obtenidos en esta investigación se pretende contribuir a que la arquitectura trascienda hacia la concepción de espacios diseñados para personas con discapacidades mediante una alternativa más para el diseño de los espacios terapéuticos y de capacitación, siendo la vegetación y conceptos bioclimáticos las herramientas a utilizar como estimulantes sensoriales, reguladores de las condiciones del ambiente para lograr confort físico y psicológico, como complemento de alternativas bioclimáticas en el diseño arquitectónico.

Capítulo II. Jardines curativos. Retomando la naturaleza.

El ser humano tiene una relación imprescindible con la naturaleza. A pesar de que modificó su entorno para satisfacer sus necesidades, siempre ha vivido en estrecha unión con ella y ha obtenido no sólo el sustento necesario para sobrevivir (aire, agua y alimentos); sino el equilibrio físico, mental y espiritual indispensables para su desarrollo. A lo largo de la historia de la humanidad, se hace patente la trascendencia de esta vital relación que se manifiesta en muy diferentes ámbitos: físico, cultural, científico, ambiental, religioso e inclusive en la medicina (fig. 1).



Fig. 1. En el Templo de Hephaestion (Acrópolis, Atenas) el hombre buscó estar en contacto con un entorno natural.

La vegetación es muy importante para el hombre porque provee el oxígeno, abastece del alimento necesario para vivir e influye positivamente en su psique, manteniéndolo saludable. De hecho, muchas ramas de la medicina alternativa —como se le denomina en el occidente—, se basan en las propiedades curativas de una gran variedad de plantas; por ejemplo la medicina ayurvédica, la herbolaria, la homeopatía y las flores de Bach.

Sin embargo, a pesar de los enormes beneficios que nos brinda la naturaleza, frecuentemente nos olvidamos de ella.

El objetivo de este capítulo es mostrar la importancia que tiene el contexto natural en los espacios habitados por el hombre, enfocándose principalmente en los jardines curativos: en sus conceptos, aplicaciones, particularidades y la relevancia que tienen en el diseño.

II.1. La naturaleza y el ser humano.

La naturaleza está presente en la historia del ser humano en diferentes ámbitos. Se encuentran referencias de esta relación en el valor, significado o uso específico de los elementos que la conforman, como árboles y flores o en espacios como jardines, parques o áreas verdes.

Chacalo y Corona (2009) mencionan el valor y significado que se le dio a los árboles en algunas civilizaciones. En la mitología mexicana creían en un lugar llamado Paraíso de Tamoanchán, donde

los niños que morían antes o durante el parto eran alimentados por árboles llamados chichihuacuauhcos, hasta tener una nueva oportunidad de nacer. El arte del Bonsái se originó en China y para los monjes taoístas el árbol representaba un puente entre lo divino y lo humano, entre el cielo y la tierra.

Cooper y Barnes (1999) comenta que en el budismo se cree que Buda alcanzó la iluminación y murió junto a los árboles sagrados (fig. 2).



Fig. 2. Escultura de Buda en la Pagoda de Long Son (Nha thrang, Vietnam), en la parte posterior de la escultura se encuentran los árboles sagrados bajo los cuales murió Buda.

Otras filosofías consideran que la naturaleza y el ser humano están interconectados y son parte uno del otro; por ejemplo, los nativos americanos consideraban que existía una conexión con la vida salvaje. Para las religiones monoteístas o existencialistas, la naturaleza provee un ámbito simbólico de reflexión sobre la belleza y la eternidad.

Ochoa (1999) y Lira (2008) hablan acerca de los orígenes del jardín y los usos que ha tenido a través del tiempo como un lugar apacible, donde se disfruta de un microclima agradable; así como la integración de estos espacios en la arquitectura e infraestructura urbana.

Según el relato bíblico del libro Génesis uno de los primeros jardines de los que se tiene referencia es el del Edén, ubicado en la antigua Mesopotamia, donde Dios dispuso a Adán y Eva. Se le describe como un parque donde se encontraban todas las especies de árboles, los cuales daban cobijo y frescura, además de confirmar un escenario agradable para la vista, proveían alimentos y eran fuente de conocimiento sobre el bien y el mal.

Otro ejemplo representativo son los Jardines Colgantes de Babilonia. Según los griegos, junto al palacio del Rey, los jardines ocupaban una superficie de 1,600 m² y ascendían formando terrazas hasta alcanzar una altura de más de 90 m. Fueron construidos por Nabucodonosor para su esposa Amiti.

En Egipto, las primeras imágenes de un espacio vegetal construido *ex profeso* como jardín provienen de una pintura mural de los jardines de la casa del gobernador de Tebas en tiempos del

faraón Amenophis III (1400 a. C). En ella se ven árboles de sombra y una serie de árboles que rodean el lugar para atenuar el viento del desierto.

Se tiene conocimiento que alrededor del año 500 a. C. se integró la vegetación a los espacios arquitectónicos en las casas griegas, persas y romanas. En ellas se combinaban pórticos, estanques, plantas trepadoras y árboles, creando un microclima fresco en los patios interiores. Todas las casas contaban con su jardín, hasta la más modesta tenía al menos un atrio y un patio con arbustos que rodeaban un estanque central; en las más lujosas, existían diferentes jardines según la estación del año (fig. 3).



Fig. 3. A lo largo de este pasaje en Pompeya, Italia, los árboles ofrecen sombra a los transeúntes.



Fig.4.- Jardines interiores en el Palacio de Topkapi (Estambul).

En la Edad Media, el uso de la vegetación se vio reducido a fines utilitarios. Sin embargo, en los monasterios los monjes cultivaban hortalizas y árboles frutales para su sobrevivencia, por lo que su conocimiento sobre las plantas y sus cualidades sentaron los principios de la botánica. El ejemplo más antiguo data del siglo IX, en el monasterio de Saint Gallen, al noreste de Suiza (Lira, 2008).

Se tienen pocas referencias acerca del uso del jardín en esta época. No obstante, se sabe que en la cultura islámica, los jardines eran cerrados al exterior con la finalidad de recrear la sensación de aislamiento y de intimidad (fig. 4).

Esta idea islámica de jardín fue introducida a España por los árabes hacia el siglo XIII. Ejemplos importantes son la Alhambra de Granada, el Alcázar de Sevilla, la casa del Rey Moro de Ronda y los Jardines del Sultán de Marruecos en Casablanca. El concepto del patio con jardines fue introducido en América por los españoles durante la Colonia, a pesar de que ya se tenía conocimiento del uso racional de la vegetación como reguladora del microclima.

A partir del siglo XIV, particularmente en los jardines italianos, predominó una concepción arquitectónica paisajística mucho más precisa. Existía la intención de integrar lo formal y espacial mediante la combinación de plantas y flores. Aun en invierno, los jardines mantenían el follaje verde, el colorido de las flores y la utilidad culinaria y medicinal.

En el Renacimiento, siglos XVI y XVII, los jardines franceses se realizan fuera de los palacios y ocupan grandes extensiones; se convierten en obras arquitectónicas que acentuaron la búsqueda de perspectivas y la concepción escenográfica. El área verde adquirió un sentido estético, el mejor ejemplo de esta época de los jardines de la corte son los de Versalles, cerca de París.

Para los siglos XVIII y XIX los parques arbolados ya eran parte de las ciudades, se utilizaban como espacios de esparcimiento y desahogo del crecimiento urbano; eran grandes zonas verdes para uso público. Algunos ejemplos son el Central Park en Nueva York (fig. 5), el Bois de la Chambre en Bruselas, el Jardín del Buen Retiro en Madrid y el Paseo de Bucareli en México.



Fig. 5. El Central Park, Nueva York, tiene varios lagos artificiales, dos pistas de patinaje sobre hielo y áreas destinadas a actividades deportivas.

En el siglo XX existen planteamientos teóricos de la reintegración de áreas verdes en zonas urbanas; destacan la Ciudad Verde de Le Play y la Ciudad Jardín de E. Howard. Posteriormente surgieron dos tendencias: una teórica que buscaba nuevos modelos, y otra práctica que consistía en la realización de ciudades jardín por todo el mundo, como la Ciudad Lineal en Madrid, la Ville Radieuse de Le Corbousier o los New Towns Británicos.

Otro tipo de estudios, no sólo con perfil histórico o estético, demuestran que la vegetación ayuda a controlar la erosión, la contaminación del aire y del ruido, es capaz de crear microclimas y proporciona un hábitat para la fauna (Ulrich, 1984).

En este siglo, una práctica que ha tomado fuerza es el uso de la vegetación con fines psicológicos y físicos (Lehman, 2009). Se ha comprobado que la naturaleza produce impactos positivos en la psique humana. Para algunos investigadores, los jardines dotados de flores y vegetación pueden provocar sensaciones que nos apartan del mundo en el cual estamos inmersos, refuerzan nuestra atención espontánea, agudizan nuestra concentración y permiten que nuestro aparato sensorial se relaje (Ulrich, 1984) (figs. 6 y 7).

En la salud física del ser humano la vegetación funciona como un regulador del ambiente, que aminora las afectaciones producidas por los diferentes agentes en las grandes zonas urbanas, al obtener aire fresco y luz del sol, los cuales impactan benéficamente nuestros ritmos biológicos diurnos y anuales (Ulrich, 1984; Kaplan y Kaplan, 1989) (fig. 8). De ahí la relevancia de los parques y áreas verdes en las poblaciones.

Estudios previos indican que es real el impacto positivo en personas que trabajan, viven y se desenvuelven en espacios con árboles en el ecosistema urbano. Las personas que tienen vistas a paisajes urbanos sin árboles, padecen más a menudo sentimientos de angustia, irritación, tristeza y estrés (Ulrich, 1984) (figs. 9 y 10).

Los beneficios del contexto natural se aplican también a nivel escolar. Durante la década pasada, en las escuelas danesas se integró el concepto de “escuelas al aire libre” (*Udeskole Danish Schools*), el cual proviene originalmente de Escandinavia y consiguió un mejor rendimiento y más rápido aprendizaje en los alumnos que participan en este tipo de programas.

La característica principal de estos centros educativos es que organizan visitas a bosque, parques, granjas o fábricas. En Dinamarca se ha practicado únicamente en contextos naturales, donde la intención es que se realicen salidas al exterior con un propósito en específico, por ejemplo, aprender matemáticas a través del cálculo del volumen de un árbol. De esta forma, se entienden mejor los conceptos porque su explicación es más clara (Bentsen et al., 2010) (fig. 11).



Fig. 6. En este jardín se integró una zona de estar al exterior con mobiliario urbano. Intramuros, Manila.



Fig. 7. Cuenta con circulaciones peatonales que provocan un agradable recorrido rodeado de vegetación. Intramuros, Manila.



Fig. 8. Recreación al exterior en el Parque Naucalli, Estado de México.



Fig. 9. Costa Hong Kong que muestra cómo las ciudades crecen rápidamente rebasando las áreas verdes y el paisaje natural.



Fig. 10. Integración de las áreas verdes a la infraestructura urbana en la Costa de Shanghai.

Después de los resultados favorables obtenidos, las encuestas realizadas en escuelas danesas indican que 28% de ellas ya integraron este sistema a su programa y otro 15% lo tiene proyectado para los próximos tres años. Este plan ha sido preparado para niños de 7 a 16 años (Bentsen et al., 2010).

Las ciudades industrializadas han puesto atención en el rol que cumple la naturaleza y los estudios demuestran que los niños han perdido contacto con las áreas verdes por varias razones, principalmente por falta de seguridad, crecimiento de las ciudades, estilo de vida actual y uso de videojuegos. Esta situación ha llevado a los gobiernos de países como Noruega, Suecia e Inglaterra a buscar las alternativas para incorporar, de alguna forma, las áreas verdes en la vida diaria de los niños, desde preescolar hasta los 16 años (Henderson y Vikander, 2007).

Los beneficios que más destacan en este tipo de escuelas son: mejor concentración, motivación y aumento de actividades físicas (fig. 12). También, se considera que se le da una enseñanza al alumno en un contexto real, como es la vida en el exterior (Jordet, 1998).

El aprovechamiento de los espacios al aire libre provistos de vegetación podría ser aún más atractivo si se conciben lugares para la recreación, diseñados con un fin específico, como para jugar, ejercitarse o practicar algún

deporte. En este sentido, Rodríguez y Sandoval (2010) publicaron una investigación realizada en la delegación Azcapotzalco, con el objetivo de resaltar la importancia de las áreas recreativas en la calidad de vida de los habitantes urbanos.

Los autores consideran que los espacios abiertos no han sido diseñados para satisfacer las necesidades de quienes habitan las grandes ciudades. La falta de interés de la población de frecuentarlos podría deberse al mal funcionamiento de servicios, a la falta de facilidades para personas con capacidades diferentes y a que el contenido recreativo no corresponde a los intereses reales de los usuarios según su género, edad y estado de salud.



Fig. 11. Clases de desarrollo cognoscitivo al aire libre impartidas en la Fundación CEDAC, Estado de México.



Fig. 12. Mediante esta actividad se promueve el seguimiento de instrucciones y el desarrollo de capacidades motrices en la Fundación CEDAC, Estado de México.

También mencionan cómo los sitios que solían ser un centro de convivencia han sido sustituidos por vialidades y que las autoridades han olvidado la importancia de la recreación física y mental de los habitantes para una mejor calidad de vida (fig. 13). Este tipo de cambios, aunados a la falta de opciones de recreación externa, la inseguridad y los avances tecnológicos, han traído como consecuencia que para los niños los medios electrónicos: videojuegos, televisión e internet sean más atractivos como forma de diversión y recreación. La implicación es un desplazamiento físico del espacio recreativo al hogar.

Los resultados de esta investigación demostraron de manera significativa el impacto que estas acciones han tenido en la forma de vida de los habitantes de la delegación Azcapotzalco, principalmente en los niños y adolescentes.

Con la finalidad de retomar el uso de estos espacios, se considera que urbanistas y arquitectos deben trabajar en conjunto con las autoridades, para integrar o, en su caso, reestructurar estas áreas, considerando la recreación como actividad sustantiva en el estilo de vida y condición fundamental para el desarrollo físico y mental del habitante urbano (figs. 14 y 15).

Por lo anterior, es claro que el diseño de nuestros espacios ha sido producto de respuestas adaptativas al contexto natural. Sin embargo, la rápida evolución de la tecnología y el crecimiento desmedido de las ciudades, entre otros factores, nos han hecho olvidar los múltiples beneficios que la naturaleza nos ofrece y los ámbitos donde se puede aprovechar su aplicación: el uso de los jardines con un propósito curativo (figs. 16 y 17).

II.2. Los jardines como espacios terapéuticos

Durante la Edad Media, en los monasterios europeos se acumuló un conocimiento profundo sobre las plantas y sus cualidades (Ochoa, 1999). Aunque el jardín tenía un fin utilitario y su diseño era sencillo, este espacio era considerado un lugar donde los pacientes podían encontrar sombra o sol, cobijo, paz y confort, derivado de las fragancias de las flores, del pasto y del sonido producido por el canto de los pájaros (Cooper y Barnes, 1999) (fig. 18).

También hacen referencia de cómo los jardines curativos decayeron al mismo tiempo que los monasterios durante los siglos XIV y XV. Para entonces, cobró mayor importancia la forma de las edificaciones eclesiásticas: el objetivo principal no era la creación de espacios naturales, sino que todos los pacientes visualizaran a los sacerdotes mientras oficiaban la misa.

En los siglos XVII y XVIII, tras descubrir que las infecciones se propagaban por el aire contaminado dentro de los hospitales y la falta de ventilación, nuevamente se retomaron los conceptos de las edificaciones en las que se procuraba el contacto visual y físico hacia el exterior. Un ejemplo de este cambio fue



Fig. 13. En la delegación de Azcapotzalco se han cercado las áreas recreativas rodeadas de vialidades.



Fig. 14. Parque público en la colonia Legaria (Distrito Federal) cuenta con juegos y aparatos para hacer ejercicio.



Fig. 15. Pista de ciclismo en el Parque Naucalli, Estado de México.



Fig. 16. Hong Kong.



Fig. 17. Manila, Filipinas.

Figs. 16 y 17. La sobrepoblación agota la calidad de vida en las ciudades.

el Royal Navy Hospital en Plymouth, Inglaterra (Cooper y Barnes, 1999).

A finales del siglo XIX y principios del XX, las costumbres en los centros de salud cambiaron. Ahora existía un espacio en el exterior donde disponían de camas, ya que descubrieron que el aire fresco y el sol eran la clave para la recuperación de la tuberculosis.

En el siglo XX, a pesar de los múltiples cambios para la humanidad provocados por las guerras y el avance de las tecnologías, el concepto de las áreas jardinadas en las clínicas no se perdió. Después de la Primera Guerra Mundial se extendió el uso de jardines, no sólo para personas con padecimientos psiquiátricos, sino también como espacios de rehabilitación. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, se desarrollaron programas de horticultura para los veteranos de guerra, los enfermos mentales y los niños con enfermedades severas, entre otros (Cooper y Barnes, 1999).



Fig. 18. Los espacios del jardín botánico de Singapur cuentan con diseños sencillos pero llenos de colores, fragancias y sonidos naturales.

Cooper y Barnes opinan que se ha optado por costosas soluciones en vez de aprovechar los beneficios que pueden traer los jardines y áreas verdes en las instituciones dedicadas al sector de la salud, quedando relegados a espacios meramente decorativos. Mencionan, por ejemplo, los tratamientos y medicinas usados para aliviar el dolor o la depresión, estudios como los rayos X y una mayor permanencia en las instalaciones en casos de pacientes que han tenido alguna cirugía.

II.3. Uso de los jardines curativos

La finalidad de ofrecer una mejor calidad de vida a todo ser humano, mediante el aprovechamiento de un contexto natural, ha sido planteada en diferentes campos de estudio.

Actualmente existen disciplinas y líneas de investigación que han retomado el uso de la vegetación para promover el bienestar físico y mental. La psicología ambiental se ocupa de analizar las relaciones conductuales que se establecen entre las personas y su entorno, ya sea natural o construido (Lee, 2010). De ahí que también en el ámbito de la arquitectura y diseño, sea de importancia el análisis y creación de espacios que contribuyan al mismo objetivo (Lehman, 2009).

Las líneas de investigación de la arquitectura bioclimática buscan lograr el confort físico y psicológico de los usuarios mediante el uso óptimo de los recursos naturales, a través de conceptos más básicos, lógicos y simples (Rodríguez et al., 2008) (fig. 19).

En el sector salud también se han explorado los beneficios de las áreas verdes en la recuperación de los enfermos en los hospitales (Abd Shukor, 2007). En algunos hospitales en Estados Unidos se demostró la notable mejoría de los pacientes que tuvieron cirugías. Cuando las personas tenían contacto visual con imágenes de escenas naturales reales, además de tomar menos medicamentos y permanecer menos tiempo en el hospital, se mostraron más relajados y con sentimientos positivos, a diferencia de aquellos que estaban en cuartos con vista a la pared (Mitrione, 2008) (fig. 20).

Existen propuestas de diseño en espacios exteriores como los jardines curativos o terapéuticos, cuyo propósito es ofrecer una mejor rehabilitación a personas con diferentes tipos de enfermedades. El Rusk Institute of Rehabilitation Medicine en Nueva York y el Hospital Good



Fig.19. Aprovechamiento de luz natural y contacto visual con áreas verdes en las instalaciones del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) en el Estado de México.



Fig. 20. El Hospital Satélite, en el Estado de México, no cuenta con áreas verdes interiores, no obstante los cuartos de los pacientes tienen vista a áreas arboladas.

Samaritan, en Portland están diseñados para proveer de un espacio de dispersión a las personas con enfermedades terminales, discapacidades físicas y mentales, así como a los visitantes y al personal del hospital (Hartig y Cooper, 2006). En México, un ejemplo de este tipo de espacios se encuentran en el Centro de rehabilitación CRIT, Estado de México.(figs. 21 y 22).



Figs. 21 y 22. En México el concepto de jardines curativos es poco conocido, sin embargo algunas instituciones tienen áreas verdes destinadas a la rehabilitación. CRIT Estado de México.

II.4. Historia del diseño de los jardines terapéuticos

A pesar de los múltiples beneficios que un contexto natural brinda, se cuenta con pocos lineamientos de diseño específicos para los jardines terapéuticos. En el caso del diseño de jardines terapéuticos, se requiere de un mayor análisis en los lineamientos de diseño, ya que para poder establecer un programa terapéutico eficiente es indispensable entender las habilidades, el contexto social y las necesidades específicas de los pacientes que utilizarán estos espacios (Abd Shukor, 2007) (fig. 23).



Fig. 23. Programa de actividades para niños con síndrome de Down en el jardín terapéutico en la Fundación CEDAC, Estado de México.

En 1918, Edward F. Stevens publicó *The american hospital of the twentieth century*, uno de los primeros libros que incluye pautas de diseño, el capítulo “Landscape and Architecture as Applied to Hospitals”. Dicho trabajo abordó el tema de las prácticas alternativas en la medicina.

Cuando se publicó este libro el contacto con jardines se percibía como una parte esencial de la recuperación de pacientes que habían

sido intervenidos quirúrgicamente o tenían diagnósticos de convalecencias físicas y mentales. Stevens recorrió docenas de hospitales en Europa para poder reflejar la filosofía de diseño de ese momento y la importancia de la forma en que los hospitales estaban situados y planificados, así como las repercusiones del diseño de sus jardines en la comodidad y la convalecencia de los pacientes (Stevens, 1918).

Sesenta años después, Anthony Cox y Philip Groves (1981) publicaron *Design for health care*, en el que muestran ejemplos de instalaciones médicas con las mejores prácticas en el Reino Unido. En casi todos los planes presentados contemplaron el diseño de jardines con propósitos específicos para la recuperación de los pacientes.

Entre los trabajos más renombrados sobre los beneficios de la vegetación en pacientes de hospitales, están los realizados por el arquitecto Roger Ulrich, profesor y director del Centro de Sistemas de Salud y Diseño en la Universidad de Texas. Su interés en este tipo de investigaciones se reflejó en publicaciones como *Human responses to vegetation and landscapes*, además de crear lineamientos de diseño para jardines curativos (Cooper y Barnes, 1999; Mitrione, 2008).

El arquitecto brasileño João Filgueiras Lima es reconocido por su labor en proyectos de hospitales. Consideró las necesidades ambientales de los pacientes en la concepción de sus obras. Integró terrazas a los cuartos de los encamados para que pudieran recibir ventilación y luz natural, que ayudan en la curación de los enfermos. Creó espacios verdes como un desahogo visual e incluyó la estandarización de elementos constructivos, la iluminación natural y el confort térmico de los ambientes. Uno de sus logros más destacados es la ampliación de la red de hospitales Sarah Kubitschek, en Brasilia (Itaú Cultural, 2008).

En su libro *Healing gardens. Therapeutic benefits and design recommendations*, Cooper y Barnes exploran los jardines curativos y terapéuticos a través de la historia, analizan investigaciones previas realizadas en instituciones con este tipo de instalaciones y recopilan los lineamientos específicos según las necesidades de los usuarios, tomando como base las experiencias en los centros de salud estudiados.

A decir de estos autores, para que un jardín cumpla esta finalidad debe reunir varios elementos para lograr un bienestar, mismos que a continuación se explican.

El primero es que el entorno tenga un efecto de alivio de los padecimientos físicos experimentados por los pacientes convalcientes de una operación o de enfermedades crónicas, en cuyos casos se

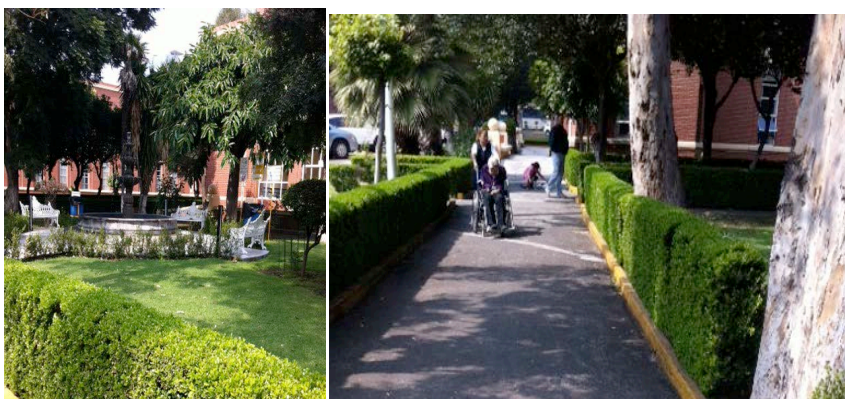


Fig. 24 y 25 Los espacios al exterior del Hospital Español (México D.F.) están dotados de vegetación que proveen esparcimiento y bienestar físico y psicológico.

ha demostrado su efecto favorable en el manejo del dolor (figs. 24 y 25).

El segundo es el efecto catalizador y de confort que puede proporcionar un jardín en aquellos que estén atravesando por una etapa emocional, disminuyendo así el estrés. Éste influye

tanto a pacientes con enfermedades terminales como al equipo de médicos y a los visitantes (figs. 26 y 27). Otro elemento es la sensación total de bienestar y confort, que ha demostrado mejoras en el humor y por consiguiente en la recuperación.

En el interior de las instituciones de salud, la mejoría de los pacientes se dan por medio de cirugías, aparatos, monitores, medicina y personal calificado, pero en el jardín, la parte curativa resulta de la conexión directa entre el paciente y el entorno físico natural. Es un lugar en el cual puedes estar sólo para mejorar. No necesitas de personal que te asista para que funcione, (Cooper y Barnes, 1999).

Los investigadores aseguran que un jardín puede ser curativo o regenerador de muchas formas. Una de ellas es por medio de la estética ambiental: sentir los rayos del sol, el color de las flores, el aire, los sonidos de los pájaros. La otra depende del diseño en particular, de los elementos que lo conforman y de que las actividades que se realicen tengan un fin particular para un padecimiento en específico (fig. 28). Tal es el caso de la práctica de la horticultura en algunos hospitales o centros de salud.

En las últimas décadas del siglo pasado, también se publicaron investigaciones sobre la importancia del diseño de los espacios que integran el contexto natural y su impacto en el comportamiento de las personas. Destacan la siguientes revistas científicas: *Environment and Behavior*, *Journal of the American Medical Association*, *The Lancet*, *Medicine and creativity* y *Urban Forestry & Urban Greening*.

Algunos artículos analizan las preferencias de las personas por el uso de métodos naturales como alternativa para encontrar la cura de algún padecimiento y cuál es la respuesta adaptativa de las personas a un ambiente natural, dependiendo de la edad, el género y contexto en el que se desarrollan. Otros abordan las aplicaciones del contexto natural en espacios habitados por el ser humano, entre otros. (Balling y Falk, 1982; Hartig y Cooper, 2006; Bentsen et al., 2010).

La falta de estudios sobre jardines curativos puede ser consecuencia del rápido crecimiento de las ciudades en el último siglo. Además, el desconocimiento de las virtudes de este tipo de espacios ha ocasionado que quede relegado y no sea prioridad en el desarrollo de los espacios.

El diseño de jardines no ha recibido la importancia necesaria para entender cómo repercute en la salud: en la recuperación y bienestar de los enfermos y personas en general. Para poder darle el valor necesario se requiere de un mayor estudio y desarrollo que involucre el trabajo en equipo de diseñadores, arquitectos, médicos, sociólogos y psicólogos.



Fig. 26. En el Hospital Español (México, D.F.) las instalaciones tienen áreas verdes que utilizan los pacientes, los visitantes y el mismo personal.



Fig. 27. En el Hospital de Traumatología (Lomas Verdes, Estado de México.) las instalaciones no cuentan con suficientes espacios verdes para pacientes y visitantes.



Fig. 28. Práctica de estimulación sensorial para niños con síndrome de Down. Fundación CEDAC (Estado de México).

Capítulo III. Análisis de sitio

Uno de los principios de la arquitectura bioclimática es promover el óptimo aprovechamiento y respeto a la naturaleza mediante el desarrollo de alternativas para el diseño arquitectónico. Al mismo tiempo, profundiza en el estudio de diferentes aspectos para lograr que estos espacios sean confortables, armónicos y saludables, tales como: la temperatura, acústica, iluminación, así como el bienestar psicológico (Fuentes, 2004).

Para algunas personas el concepto de confort es subjetivo y depende de la edad, el género, aspectos culturales y sociales (Sanmiguel, 2007). El confort es el estado físico y mental en el que el individuo se encuentra en bienestar con el medio que lo rodea (Ashrae, 2003), incluyendo aspectos como el bienestar social. Para fines prácticos, el confort se clasifica de acuerdo a los diferentes canales de percepción sensorial que involucre, a saber, confort térmico, higrométrico, lumínico, acústico, olfativo y psicológico (Fuentes, 2004).

En el diseño de los espacios, los diseñadores tratan de crear condiciones que resulten aceptables para la mayoría de los usuarios. Las normas convencionales para el confort se basan en estudios realizados en laboratorios con ambiente controlado. Estos estándares son generalmente de gran utilidad para espacios cerrados, sin embargo, no son siempre aplicables para espacios al aire libre, ya que no toman en cuenta las capacidades de adaptación del individuo o la variabilidad del medio ambiente (Sanmiguel, 2007). A pesar de que se ha demostrado que los espacios al aire libre dotados con vegetación producen efectos positivos en la psique humana y la relajación sensorial (Ulrich, 1984), y que se han propuesto para uso terapéutico (Rusk, 2010), para la reducción de medicamentos, así como para la rápida recuperación de personas que estuvieron sometidas a cirugías (Mitrione, 2008), si tales espacios no son confortables, no serán utilizados, por lo que no se podrán obtener beneficios. Por lo tanto, en el diseño y creación de espacios al aire libre, el análisis del confort físico y psicológico son muy importantes (Lehman, 2009).

El confort térmico es uno de los aspectos más relevantes para el diseño al aire libre. Los espacios al aire libre deben ser concebidos en función de las actividades que se van a llevar a cabo en ellos y deben tener en cuenta las variables ambientales como la temperatura del aire, velocidad del viento, radiación solar, humedad, actividades físicas, aislamiento de la ropa (Arens, 1977), y los elementos naturales como en el caso de la vegetación que puede tener efectos en la percepción térmica de los usuarios, y que son determinantes en el desarrollo de un micro-clima (Brown y Gillespie, 1995). Para poder obtener las variables ambientales y parámetros del sitio es importante hacer un análisis bioclimático del sitio.

III.1. Análisis Bioclimático

Ubicación Geográfica

El Estado de México se encuentra en el centro sur del país, dentro de la Depresión del Balsas, la cual se localiza en una amplia región de tierras bajas delimitada por dos provincias fisiográficas: la Faja volcánica transmexicana (Eje Neovolcánico) al norte y la Sierra Madre del sur; y una subprovincia geológica: la sierra norte de Oaxaca al oriente. Su ubicación geográfica se encuentra comprendida entre los paralelos 17° 00' y 20° 00' de la latitud norte y los meridianos 97° 30' y 103° 15' de longitud Oeste y el rango de altitud más bajo oscila entre los 300-500 msnm.

La génesis y evolución de esta fisiografía dio lugar a una amplia variedad de características geológicas, topográficas y climáticas que hoy integran la Cuenca del río Balsas (fig. 29).



Fig.29. Cuenca del río Balsas

Mesoclima

El Estado de México está dividido en 125 municipios, uno de los más importantes es Naucalpan de Juárez el cual tiene una extensión territorial de 155.70 Km² y una altitud de 2258 a 3650 msnm. Tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w0)(w), con una temperatura promedio anual de 15° C, temperatura máxima promedio de 32.5°C y temperatura mínima promedio de 3.4°C; la precipitación promedio anual es de 807 mm.

El caso de estudio se realizó en la colonia Jardines de San Mateo, localizada a 19° 29' latitud norte y 99° 15' de longitud oeste, con una altitud de 2292 msnm. Para el análisis climático específico de esta zona, se buscaron las estaciones meteorológicas más cercanas; la estación de Molinito (San Bartolo) resultó la de altitud más próxima a la del sitio de estudio, con 2290 msnm (fig. 30).

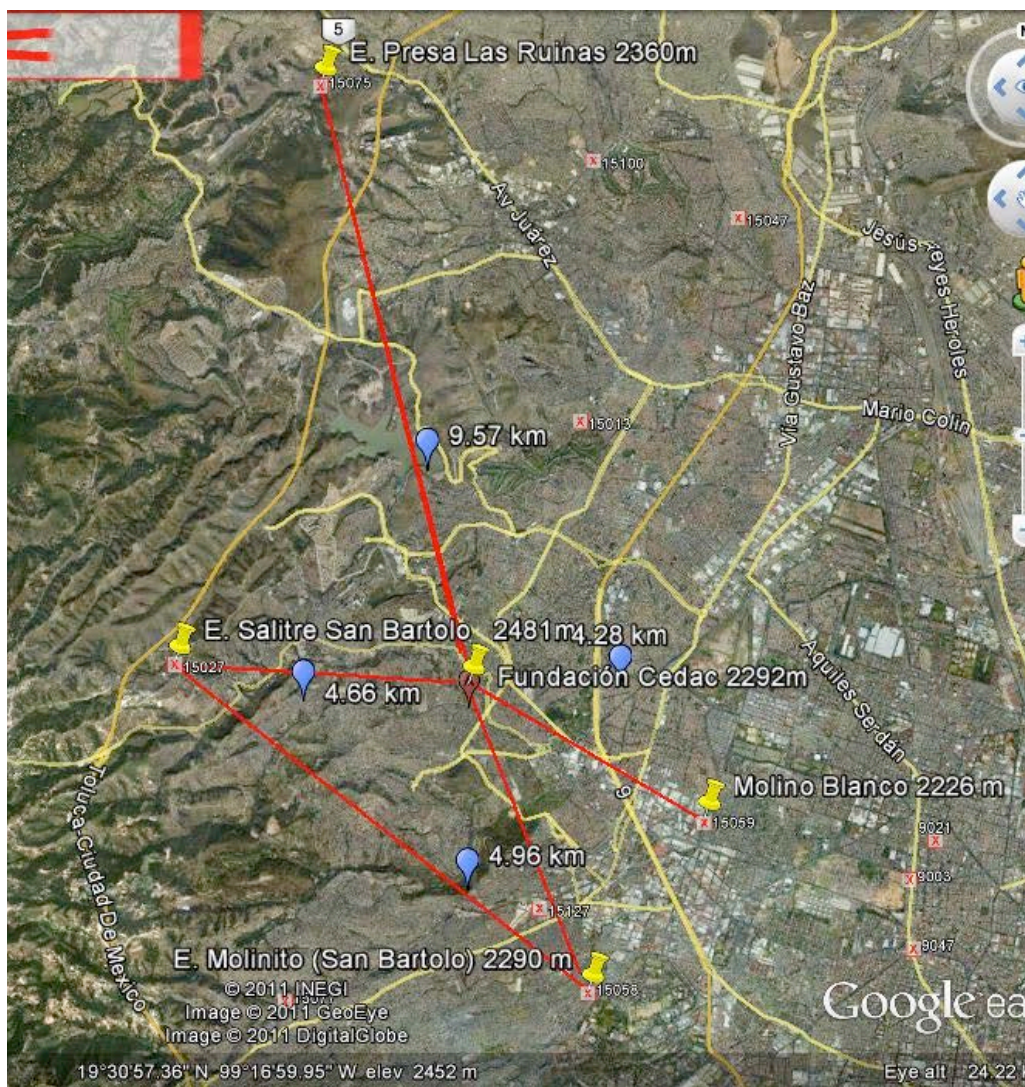


Fig. 30. Imagen obtenida el 29 de diciembre del 2009 de google earth.

III.2. Análisis Climático

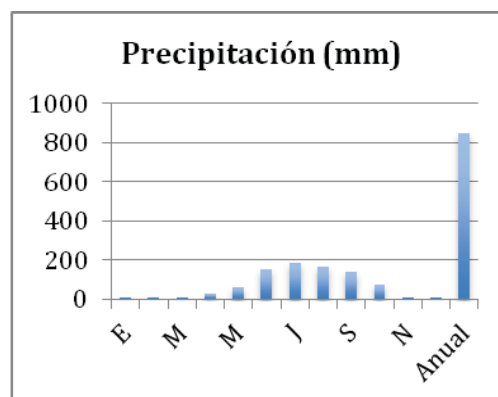
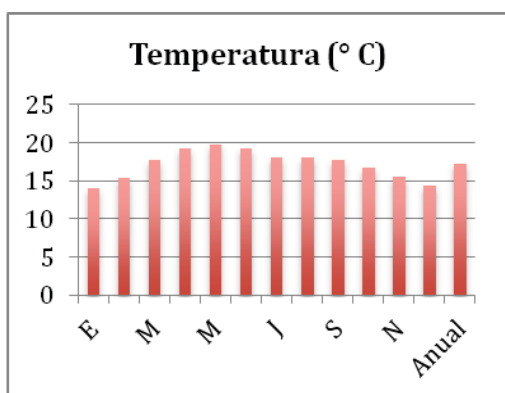
Para el análisis climático, se utilizó la hoja de cálculo desarrollada por el Dr. Víctor Armando Fuentes Freixanet. El periodo de las normales meteorológicas más recientes que se obtuvieron es de 1971-2000. Mediante esta información, se obtuvo que el clima en esta zona, de acuerdo a la clasificación de Köppen García, es Cb(w1) w (i')g y su agrupación bioclimática se considera semi-fría, ya que la temperatura media del mes más caluroso es 19.2° C y su precipitación media anual es de 846.9 mm.

Tabla 1. Clasificación de climas según el sistema modificado de Köppen-García de acuerdo a Enriqueta García.

I	Datos Generales		
	Ciudad	Naucalpan	
	Estado	México	
	Nombre de estación	Molinito San Bartolo	
	Coordenadas geográficas		
	Latitud	19° 27 ´	grados
	Longitud	99° 14 ´	grados
	Altitud	2290	msnm
	Periodo de observación		
	temperatura	15	años
	Precipitación	25	años

II	Datos Climáticos mensuales y anuales													
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anua l
	Temperatura (° C)	14.1	15.4	17.8	19.2	19.7	19.2	18.0	18.1	17.8	16.7	15.6	14.3	17.2
	Precipitación (mm)	7.3	7.9	11.5	26.5	61.4	151.4	185.8	165.3	141.9	72.0	8.6	7.3	846.9

III. Gráficas



IV	Cuestionario:		Observaciones
1	Temperatura media anual	17.2	° C
2	Temperatura del mes más frío	14.1	° C
	Mes más frío	Enero	mes
3	Temperatura del mes más cálido	19.7	° C
	Mes más cálido	mayo	mes
4	Precipitación total anual	846.9	mm
5	Precipitación del mes más seco	7.3	mm
	Mes más seco	Enero/diciembre	mes
6	Precipitación del mes más lluvioso	185.8	mm
	Mes más lluvioso	Julio	mes
7	Porcentaje de lluvia invernal	3.15%	$((E+F+M)/\text{anual}) \times 100$
	Época de lluvias	Verano	Verano /invierno
8	Determinar el régimen de lluvias	De verano	Ver cuadro 2
9	Fórmulas r_h y r_s correspondientes al % de lluvia invernal		Ver cuadro 2
	Fórmula de r_h	62.31	cm
	Fórmula de r_s	31.15	cm
10	Determinar si el clima es húmedo y subhúmedo o seco	Semi-frío / Sub-Húmedo	Ver cuadro 2
	Determinar si el clima es seco (BS) o muy seco (BW)	no	
11	Anotar Grupo y subgrupo del clima		Ver cuadro1
	Grupo	C	
	Subgrupo		
12	Determinar el tipo de clima (A o C), húmedo o subhúmedo	Subhúmedo	Ver cuadro 3 y 4
	Tipo de clima A		
	Tipo de clima C	b	
13	Determinar el subtipo climático según el grado de humedad	$W_1(w)$	Ver cuadro 2
	Cociente P/T	49.4	
	Determinar el símbolo de acuerdo al cociente P/T y % de lluvia invernal	$(W_1) (W)$	
	Determinar presencia de canícula	no	Ver cuadro 1 y 5
	Número de meses con temperatura mayor a 10 ° C	12	
14	Condiciones de temperatura en base a la temperatura anual y la de los meses más fríos y más calientes	Templado con verano y primavera largos y frescos	Ver cuadro 4
15	Determinar oscilación anual	5.6	Tmax- T min
16	Anotar el símbolo correspondiente a la oscilación		
17	Marcha anual de temperatura, determinar si la temperatura máxima se presenta antes o después del solsticio de verano y anotar la clave correspondiente	g	
18	Estación por marcha anual en zona intertropical o extratropical	intertropical	
19	Tipo de clima	Cb(w1) w (i')g	
20	Clasificación	Clima Templado con verano fresco y largo, sub-húmedo con lluvias en verano y escasa precipitación invernal, con poca oscilación y marcha de temperatura tipo ganges	

Tabla 2. Datos Climatológicos normalizados de Molinito San Bartolo 1971-2000

Molinito san Bartolo, Naucalpan1971-2000															
CLIMA		Cb w (w) (°)g													
BIOClima		SEM-FRÍO													
LATITUD		19° 27'													
LONGITUD		99° 14'													
ALTITUD		2290 msnm													
fte	PARAMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURAS															
A	MAXIMA EXTREMA	°C	26.7	27.9	31.4	31.1	32.0	29.5	26.6	25.8	26.7	25.7	25.7	24.7	32.0
A	MAXIMA	°C	22.7	24.2	26.9	27.7	27.5	25.6	24.0	24.1	23.6	23.3	23.3	22.5	24.6
A	MEDIA	°C	14.1	15.4	17.8	19.2	19.7	19.2	18.0	18.1	17.8	16.7	15.6	14.3	17.2
A	MINIMA	°C	5.5	6.6	8.8	10.7	12.0	12.8	12.0	12.1	12.0	10.1	7.9	6.1	9.7
A	MINIMA EXTREMA	°C	3.3	4.0	7.0	8.1	10.5	11.7	10.2	10.9	10.2	8.2	5.9	3.5	3.3
D	OSCILACION	°C	21.2	17.6	18.1	17.0	15.5	12.8	12.0	12.0	11.6	13.2	15.4	16.4	15.2
HUMEDAD															
E	TEMP.BULBO HUMEDO	°C	8.1	9.1	10.2	11	12.1	13	12.7	13	12.6	11.2	9.9	8.5	11.0
D	H.R. MAXIMA	%	78	71	65	66	76	88	96	96	96	90	86	84	82.5
E	H.R. MEDIA	%	55	50	46	47	54	64	70	71	71	66	62	60	59.7
D	H.R. MINIMA	%	32	29	27	28	32	40	45	46	47	42	38	36	36.8
E	TENSION DE VAPOR	mb	8.2	8.1	8.7	9.6	11.2	12.8	13.2	13.3	13.3	11.8	10.2	9.2	10.8
E	EVAPORACION	mm	97.5	113.4	169.4	161.7	151.2	117.5	100.4	93.2	89.5	92.8	84	79.4	1,350.0
PRESION															
E	MEDIA	hp	773.9	773.7	773.3	773.7	773.9	773.9	774.8	774.8	773.9	774.7	774.8	774.5	774.2
PRECIPITACION															
A	MEDIA	mm	7.3	7.9	11.5	26.5	61.4	151.4	185.8	165.3	141.9	72.0	8.6	7.3	846.9
A	MAXIMA	mm	33.0	65.7	50.9	85.6	139.8	322.6	363.4	302.5	388.4	219.1	44.5	44.9	388.4
A	MAXIMA EN 24 HRS.	mm	20.7	60.0	33.5	36.6	35.5	89.5	77.4	66.2	80.0	69.5	42.0	21.6	89.5
A	MAXIMA EN 1 HR.	mm												0.0	
A	MINIMA	mm												0.0	
RADIACION SOLAR															
B	RADIACION MAXIMA TOTAL	W/m2	645.0	748.0	797.0	750.0	718.0	632.0	617.0	636.0	637.0	628.0	610.0	571.0	665.8
B	RADIACION MAXIMA DIRECTA	W/m2	474.0	572.0	603.0	534.0	489.0	406.0	389.0	408.0	416.0	424.0	428.0	396.0	461.6
D	RADIACION MAXIMA DIFUSA	W/m2	171.0	176.0	194.0	216.0	229.0	226.0	228.0	228.0	221.0	204.0	182.0	175.0	204.2
E	INSOLACION TOTAL	hr	178.2	201.6	216.1	186.2	184.0	138.6	135.2	147.8	118.9	151.0	170.1	150.5	1,978.2
FENOMENOS ESPECIALES															
A	LLUVIA APRECIABLE	días	1.90	2.40	3.70	6.80	12.40	16.90	21.90	20.20	16.70	9.20	3.10	1.90	117.10
E	LLUVIA INAPRECIABLE	días	1.60	2.46	3.36	5.40	5.23	3.63	3.86	3.80	3.63	3.93	3.16	2.26	42.32
E	DIAS DESPEJADOS	días	14.00	13.40	13.44	8.72	6.10	2.26	0.60	0.53	1.17	5.40	8.70	9.96	84.28
E	MEDIO NUBLADOS	días	11.14	10.36	12.37	15.62	15.65	10.80	9.33	11.53	9.26	10.96	13.83	13.43	144.28
E	DIAS NUBLADOS	días	5.53	4.33	4.72	5.13	8.55	16.16	20.26	18.16	18.50	13.53	6.90	7.16	128.93
E	DIAS CON ROCIO	días	0.75	0.36	0.03	2.33	0.03	2.40	1.50	1.06	0.10	2.73	2.33	2.33	15.95
A	DIAS CON GRANIZO	días	0.00	0.10	0.20	0.20	0.30	0.60	0.60	0.60	0.30	0.20	0.10	0.00	3.20
E	DIAS CON HELADAS	días	3.42	1.40	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.46	1.13	2.93	9.80
E	DIAS CON TEMPELEC.	días	0.17	0.33	1.13	2.96	4.46	5.16	7.43	7.03	5.10	2.50	1.00	0.23	37.50
A	DIAS CON NIEBLA	días	0.20	0.30	0.10	0.10	0.40	0.70	0.90	0.90	0.70	0.90	0.80	0.90	6.90
E	DIAS CON NEVADA	días	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
E	VISIBILIDAD DOMINANTE	m	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
VIENTO															
C	DIRECCION DOMINANTE		E	E	O	NE	N	N	NO	NO	N	NO	N	NE	N
C	VELOCIDAD MEDIA	m/s	0.7	0.9	1.9	0.9	1.2	1.1	0.9	0.9	0.8	1.0	0.9	0.8	1.0
C	VELOCIDAD MAXIMA	m/s	1.8	2.4	1.9	1.5	1.2	1.3	1.4	1.1	0.9	1.0	1.5	2.3	2.4
A Datos de estación meteorológica Molino San Bartolo (19° 27' - 99° 14'); Normales Climatológicas de la red sinóptica básica de superficie y estaciones															
B Cálculo de la Radiación Solar, basándose en la República Mexicana. J.F. Zayas I.I. UNAM 472. 1983															
C Atlas del agua de la República Mexicana. SARH															
D Datos de la estación															
E Datos de Presa Tacubaya (19° 23' - 99° 13'). Normales Climatológicas de la red sinóptica básica de superficie y estaciones climatológicas de primer orden. (1970, 1980)															

Tabla 3. Gráficas de datos Molinito San Bartolo 1971-2000

[illegible]

Tabla 4. Datos de viento Molinito San Bartolo 1971-2000

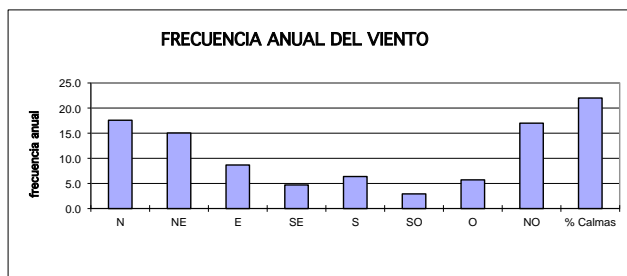
molinito san Bartolo, Nautcal	1971-2000
CLIMA	Cb w1(w) (f)g
BIOCLIMA	SEMI-FRÍO
LATITUD	19° 27'
LONGITUD	99° 14'
ALTITUD	2,290 msnm

Tabla de Datos de Viento

mes		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	% Calmas	prom.	máx.
ENERO	f	11.2	13.0	13.1	4.2	7.3	2.9	5.1	12.1	31.1	1.1	1.8
	v	0.7	0.7	0.7	0.9	1.5	1.8	1.7	1.1			
FEBRERO	f	10.0	13.8	14.6	6.4	8.9	6.5	11.3	8.4	20.1	1.4	2.4
	v	0.9	0.9	0.9	1.1	2.1	2.4	1.9	1.3			
MARZO	f	9.1	12.8	13.1	8.9	10.2	9.8	13.4	11.6	11.1	1.4	1.9
	v	0.6	0.9	1.1	1.6	1.6	1.8	1.9	1.4			
ABRIL	f	13.5	17.2	11.7	5.1	10.3	3.9	7.7	16.0	14.6	1.2	1.5
	v	1.0	0.9	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.3			
MAYO	f	24.4	21.6	7.3	4.2	3.9	3.3	5.7	13.1	16.5	1.1	1.2
	v	1.2	1.1	1.0	0.8	1.2	1.2	1.1	1.1			
JUNIO	f	23.1	19.8	6.5	3.1	8.5	1.8	3.8	12.2	21.2	1.1	1.3
	v	1.1	1.0	0.8	1.2	1.1	1.0	1.3	1.0			
JULIO	f	18.9	10.0	4.5	3.6	6.4	0.5	2.7	26.4	27.0	1.0	1.4
	v	1.0	0.8	0.9	1.3	1.4	0.5	0.9	0.9			
AGOSTO	f	23.0	15.4	5.3	3.3	4.8	0.9	3.7	23.4	20.2	0.9	1.1
	v	0.9	0.8	1.1	1.0	0.9	0.7	1.0	0.9			
SEPTIEMBRE	f	26.4	11.2	5.8	2.6	2.9	1.3	4.9	22.6	22.3	0.8	0.9
	v	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.7			
OCTUBRE	f	21.0	16.5	4.7	3.1	1.7	0.9	2.5	25.2	24.4	0.8	1.0
	v	1.0	0.9	0.6	0.9	0.6	0.9	0.7	1.0			
NOVIEMBRE	f	22.3	15.6	6.1	3.9	4.2	1.4	3.8	20.4	22.3	1.0	1.5
	v	0.9	0.7	0.7	1.1	1.0	1.5	1.0	0.9			
DICIEMBRE	f	8.0	13.5	11.3	8.1	7.5	1.9	3.9	12.5	33.3	1.2	2.3
	v	1.2	0.8	0.7	0.9	1.8	2.3	1.0	0.9			
ANUAL	f	17.6	15.0	8.7	4.7	6.4	2.9	5.7	17.0	22.0	1.1	2.4
	v	0.9	0.9	0.9	1.1	1.3	1.4	1.2	1.0			

f	%
v	m/seg

Fte: Atlas del Agua de la República Mexicana, S.R.H. México, 1976.



III.3. Análisis paramétrico.

Temperatura

La temperatura máxima se encuentran en el rango de confort, entre 20.4° C y 25.4° C, prácticamente todo el año a excepción de marzo, abril y mayo, y en el límite el mes de junio, cuando las temperatura máxima se encuentran entre los 25.6° C y 26.9° C, resultando así los meses más calurosos. En relación a la temperatura media, durante todo el año por las mañanas se encuentra por debajo de la zona de confort, el mes que más se aproxima al rango adecuado es mayo con 19.7° C sin embargo, por las tardes, todos los meses se encuentran en condiciones confortables (fig.31).

Las oscilaciones térmicas más elevadas se presentan en los meses más secos y fríos del año. La oscilación máxima se presenta en el mes de enero con 21.2° C y la mínima en septiembre con 11.6° C.

Fig.31. Gráfica de temperatura

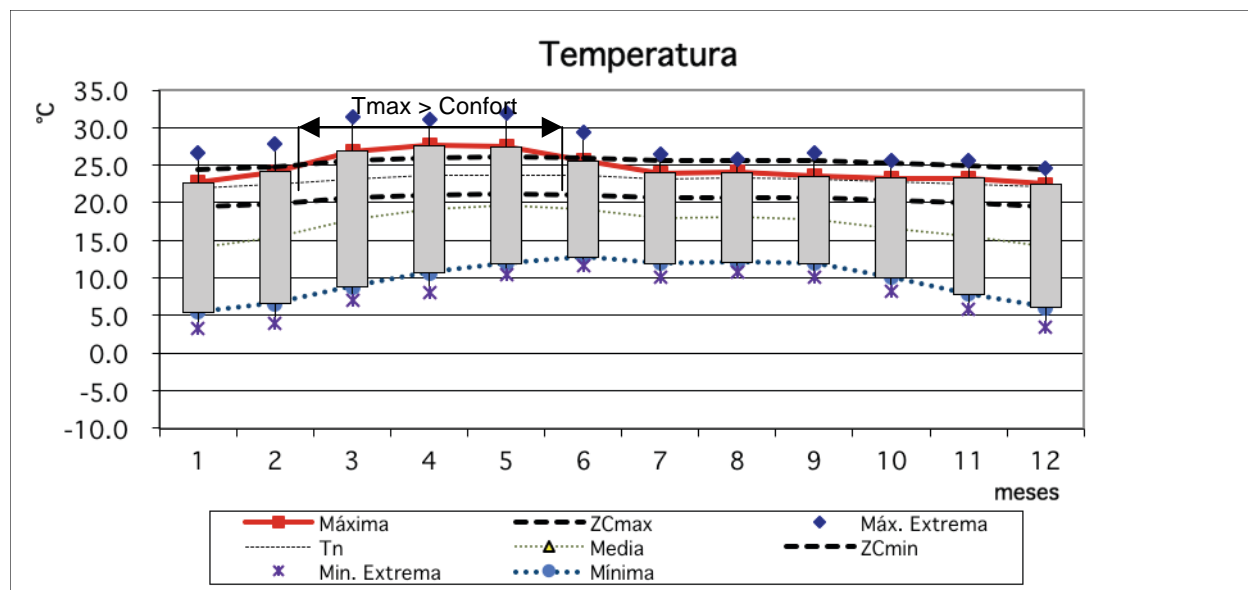


Tabla 5. Datos para el análisis paramétrico.

Análisis de parámetros climáticos

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

1971-2000

Clima

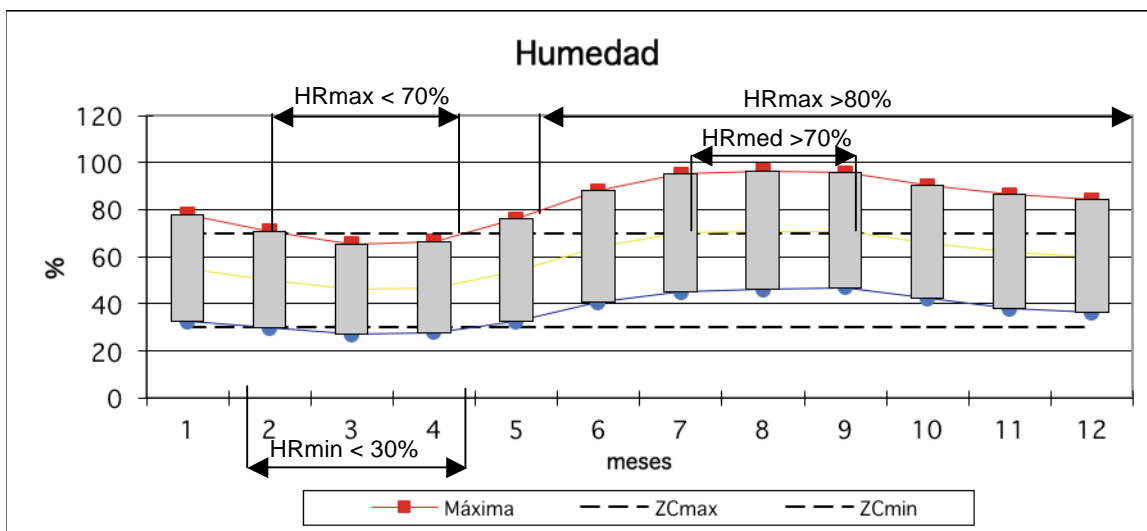
1971-2000

C

Humedad

La humedad media se encuentra prácticamente durante todo el año dentro del rango de confort, a excepción de los meses de agosto y septiembre, que son meses con precipitación alta. La mayoría de los meses presentan mañanas confortables, sin embargo, las tardes suelen sobrepasar el porcentaje de humedad. La humedad media durante todo el año se encuentra por debajo del 70 %, con los meses de julio, agosto y septiembre en el límite superior. Los meses de febrero, marzo y abril se encuentran entre 40% y 50%, lo cual quiere decir que aun siendo los meses más secos del año, están dentro del rango de confort (fig. 32).

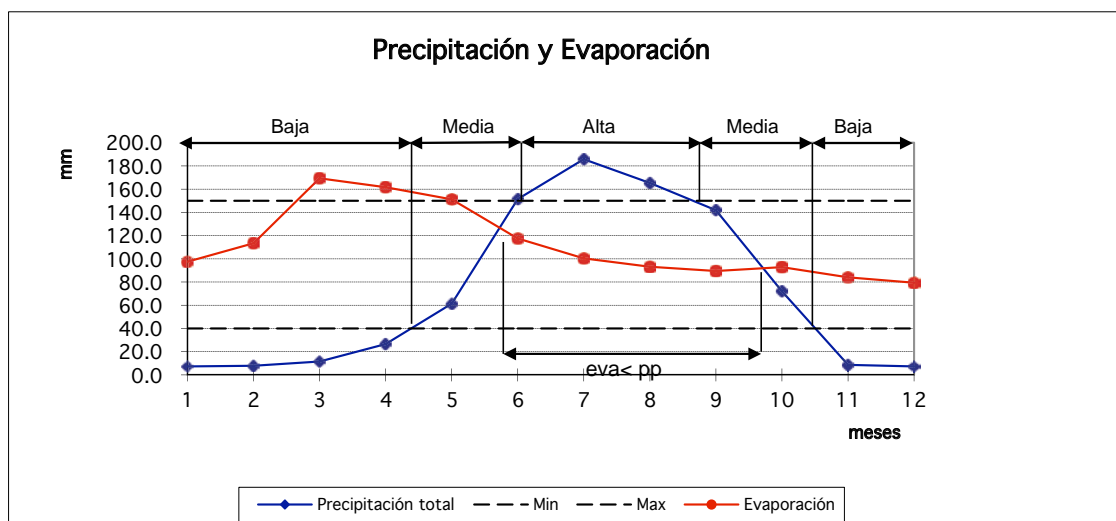
Fig.32. Gráfica de Humedad



Precipitación y evaporación

La época de precipitación baja se presenta a mediados de octubre y termina a mediados de abril. La época de precipitación alta comienza a mediados de junio y termina en Agosto. Entre los meses de abril a junio y de septiembre a octubre se presenta una época de precipitación media. Los meses donde la precipitación es mayor que la evaporación es durante los meses de junio, julio y agosto, convirtiéndose así en la época más húmeda del año. El bioclima se puede definir como de precipitaciones medias ya que el total anual es de 846.9 mm siendo los límites entre 650 mm y 1000 mm (fig.33).

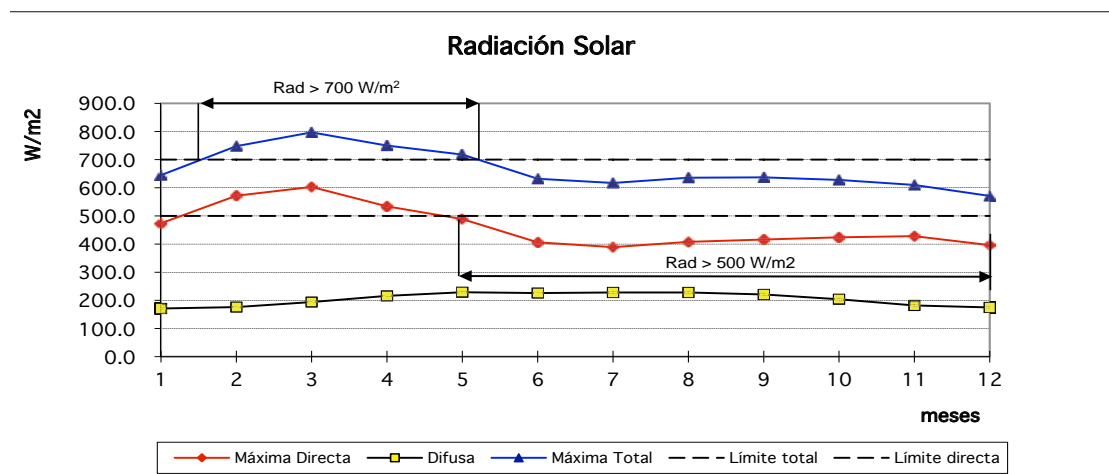
Fig.33. Gráfica de precipitación y evaporación.



Radiación solar

La radiación alta total comienza a mediados de enero y termina a principios de mayo sobrepasando los 700 W/m^2 , que representa aproximadamente el 70% de diferencia relativa entre la radiación teórica y real, en estos mismos meses se presenta la radiación máxima directa, que sobrepasan los 500 W/m^2 . La radiación desciende en los meses más lluviosos, aunque también disminuye en los últimos meses del año y principios de enero, esto podría deberse a la nubosidad que se presenta en estos meses (fig.34).

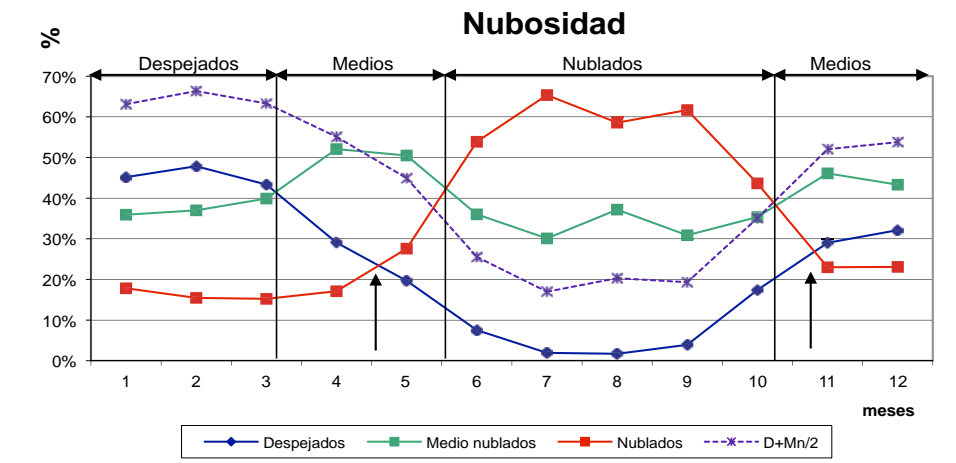
Fig.34. Gráfica de radiación solar



Nubosidad

Los meses más despejados son de enero a marzo y entre noviembre y diciembre; la época con mayor nubosidad comienza a mediados de mayo y se prolonga hasta principios de octubre. La época de transición, con una nubosidad media, se presenta del mes de marzo hasta mediados de mayo y de mediados de octubre hasta diciembre (fig.35).

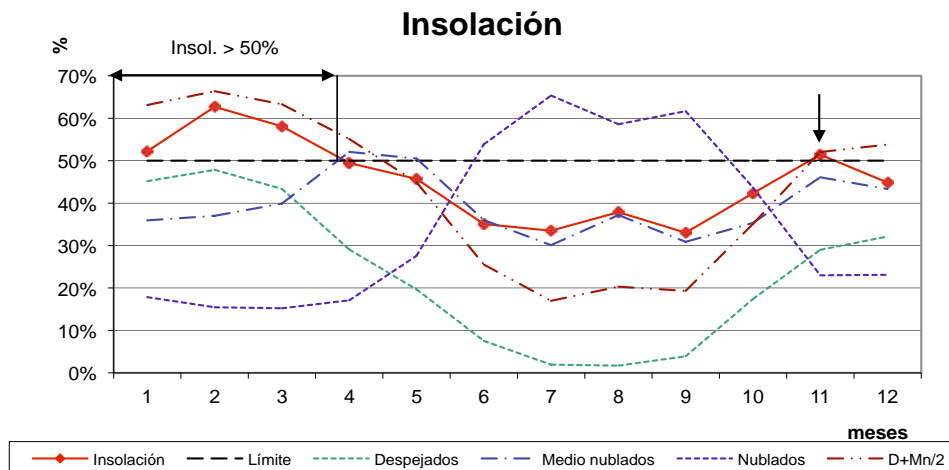
Fig.35. Gráfica de nubosidad



Insolación

Se tomó como límite de insolación el 50%, es decir, cuando por lo menos la mitad de las horas del día cuentan con radiación solar directa; la mayor insolación se tiene desde enero hasta mediados de marzo (fig.36).

Fig.36. Gráfica de Insolación.

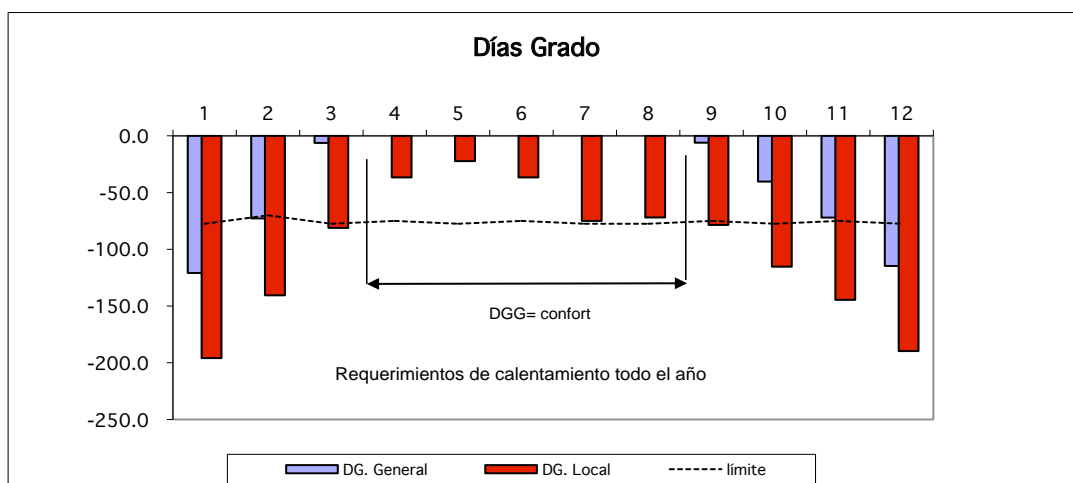


Días grado

De acuerdo al análisis de días grado, de abril a agosto no hay requerimientos de calentamiento (ni enfriamiento); en los meses de diciembre y enero se requiere de calentamiento de un poco mas de 100 DGC.

De acuerdo con los días grado locales los requerimientos de calentamiento se presentan todos los años, estos requerimientos son bajos de abril a agosto (fig.37).

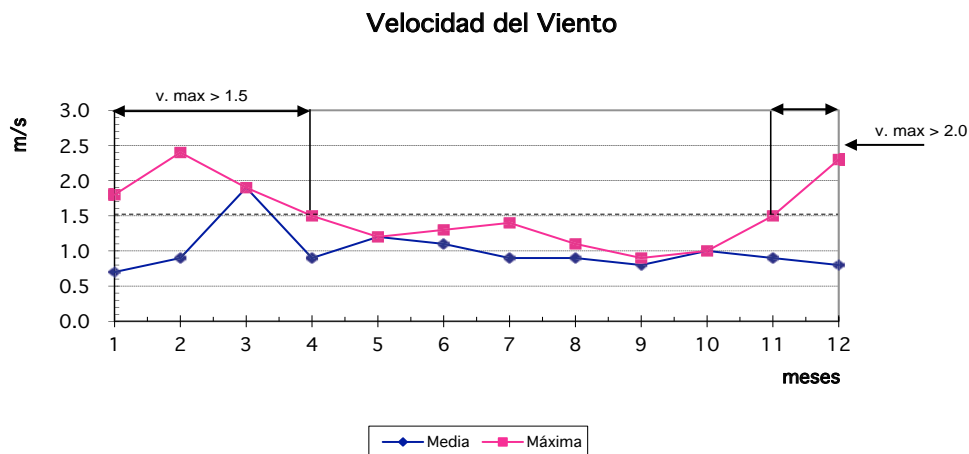
Fig.37. Gráfica de días grado.



Viento

La velocidad media del viento se encuentra por debajo de 1.5 m/s, a excepción del mes de marzo, en que sobrepasa el límite. La velocidad máxima también se encuentra por debajo de 1.5 m/s, sin embargo de diciembre a marzo llega hasta 2.5 m/s, con una dirección variable (fig.38).

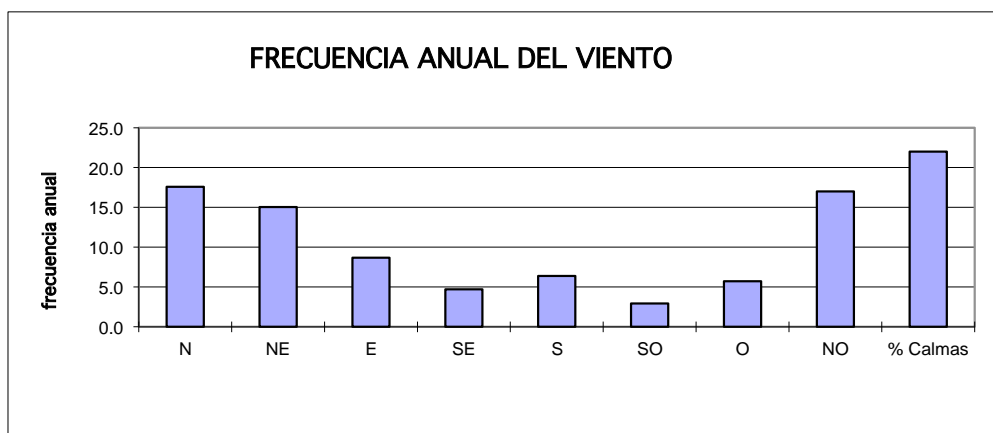
Fig.38. Gráfica de viento.



Frecuencia

Las frecuencias medias anuales indican predominancia de los vientos de noroeste y noreste, los vientos del norte son los más frecuentes. El porcentaje de calmas, de 22% promedio anual, es mayor que el de cualquier dirección (fig.39).

Fig.39. Gráfica de frecuencia anual del viento.



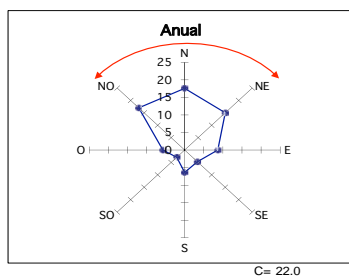
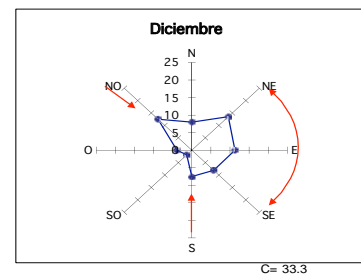
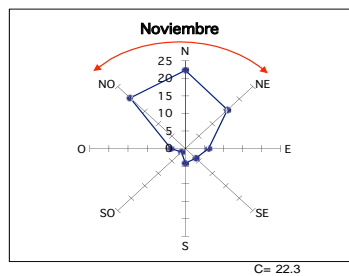
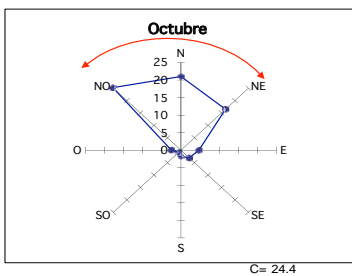
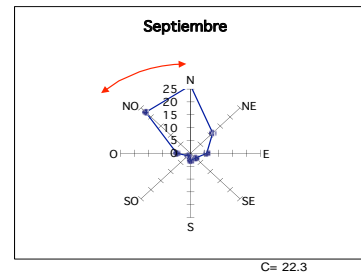
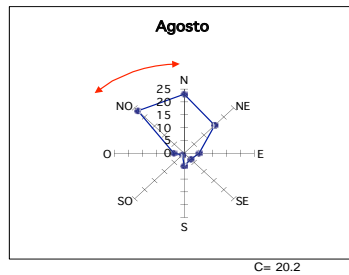
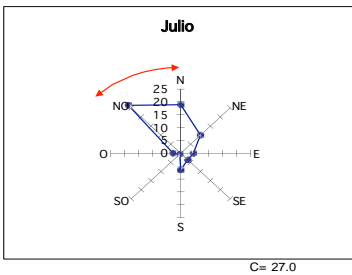
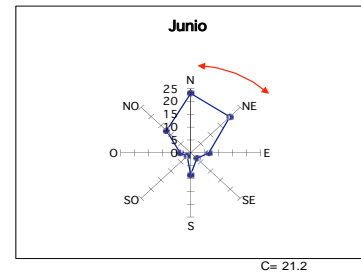
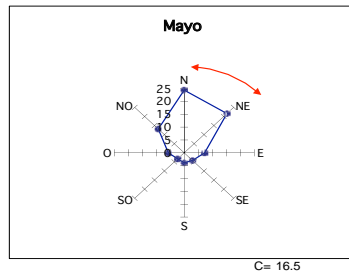
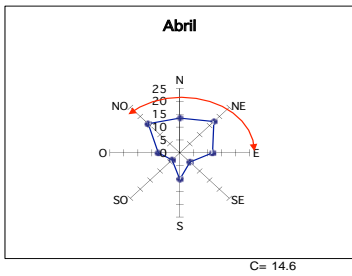
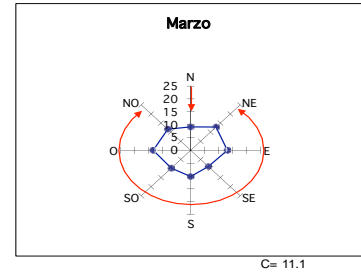
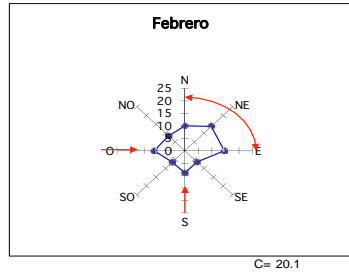
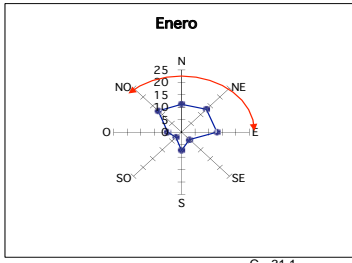
Dirección del viento

Los comportamientos del viento de acuerdo a las rosas del viento son (Tabla 6):

Mes	Rango de dirección	Observación	Calmas %
Enero	NO-E		31.1
Febrero	N-E	Vientos del sur y oeste	20.1
Marzo	Cualquier dirección	Mes más variable	11.1
Abril	NO-E		14.6
Mayo	N-NE		16.5
Junio	N-NE		21.2
Julio	NO-N		27.0
Agosto	NO-N		20.2
Septiembre	NO-N		22.3
Octubre	NO-NE		24.4
Noviembre	NO-NE		22.3
Diciembre	NE-SE	Vientos del sur y noroeste	33.3
Anual	NO-NE		22.0

El rango de calmas es de 11.1 % a 33.3%, el porcentaje más alto se tiene en los meses de diciembre y enero. Marzo es el mes con el menor porcentaje de calmas y con una dirección de vientos mas variable.

ROSAS DEL VIENTO MENSUALES Molinito san Bartolo, Naucalpan

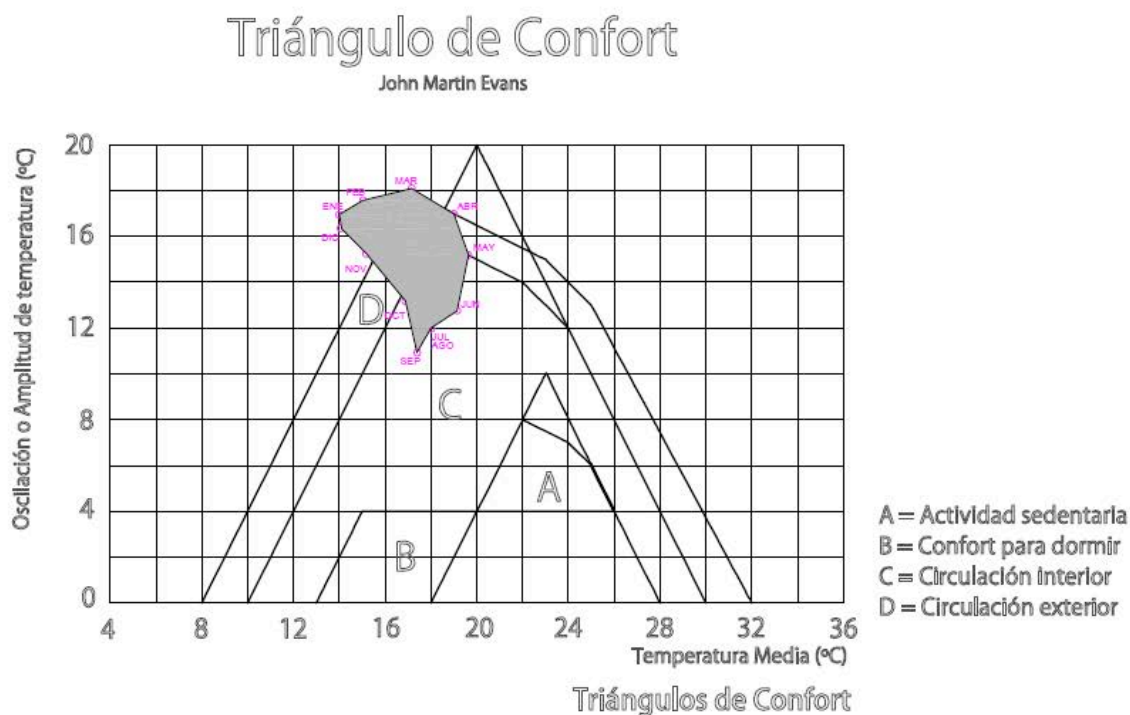


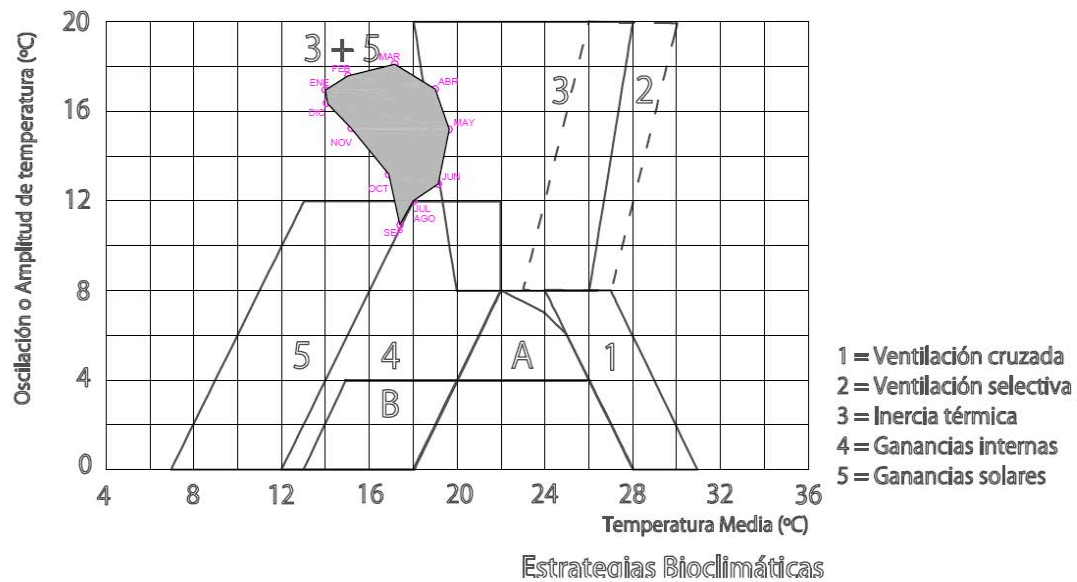
III.4. Análisis mensual y anual. Parámetros interrelacionados.

En el triángulo de Evans-temperatura y oscilación, se observa que de noviembre a marzo la temperatura y oscilación están totalmente fuera del rango de confort. Abril, es óptimo para circulaciones exteriores, y de mayo a octubre para circulaciones interiores. Durante todo el año, no existen las condiciones adecuadas para actividades sedentarias o nocturnas.

Las estrategias básicas de octubre a marzo son inercia térmica y ganancias solares; en los meses de abril, mayo, y junio la inercia térmica es requerida, y de julio a septiembre, se requiere de ganancias solares y ganancias internas.

Fig.40. Triángulos de Evans.

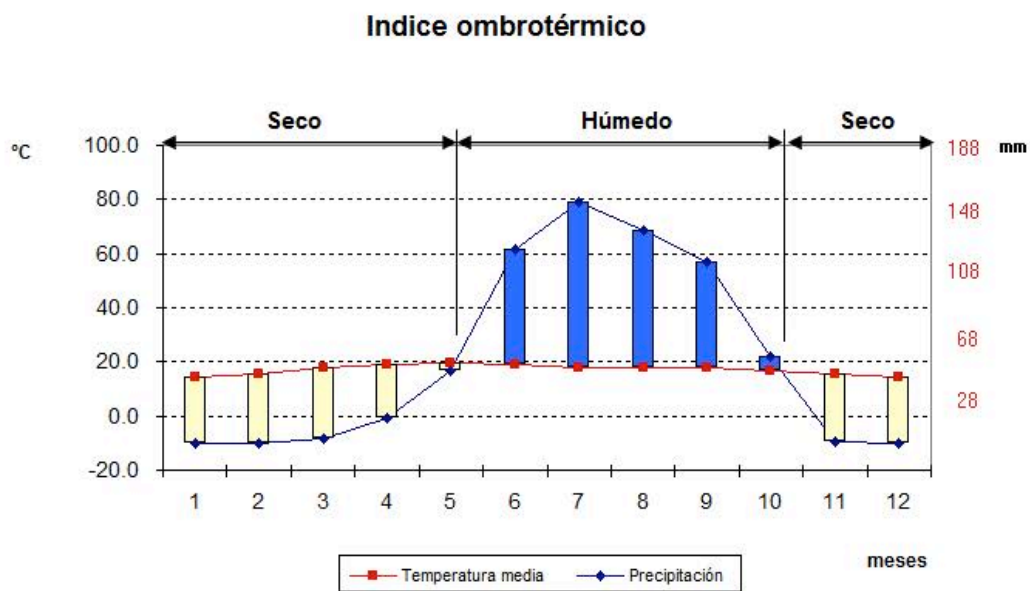




Índice ombrotérmico-temperatura y precipitación.

La época húmeda del año está comprendida entre mayo y octubre, el resto del año existe un déficit de precipitación, por lo que el resto de los meses se consideran época seca.

Fig. 41. Gráfica de índice ombrotérmico



Tablas de Mahoney

De acuerdo a los criterios definidos por Mahoney (Tabla 7), a lo largo del año se presentan 3 grupos distintos de humedad: enero, febrero, mayo, junio y de octubre a diciembre, grupo 3 humedad media- alta (50-70%); marzo y abril, grupo 2 media-baja (30-50%); y julio, agosto y septiembre, grupo 4 (> 70%). En los rangos de confort se observa que no existen requerimientos diurnos a excepción de mayo que presenta una temperatura de 27.5° C y una humedad de 76%.

De acuerdo a la frecuencia de cada uno de los indicadores, Mahoney da las siguientes recomendaciones de diseño: Orientación norte-sur; en los espacios de configuración compacta, ventilación temporal con ventanas pequeñas de 20-30%; sombreado total y permanente, así como protección contra la lluvia; y en los materiales de construcción, elementos masivos- arriba de 8 horas de retardo térmico (Tabla 8).

Tabla 7.

TABLAS DE MAHONEY														
E	Grupo de Humedad		3	3	2	2	3	3	4	4	4	3	3	3
Confort diurno														
E	Rango superior	°C	27	27	29	29	27	27	25	25	25	27	27	27
E	Rango inferior	°C	21	21	22	22	21	21	20	20	20	21	21	21
Confort nocturno														
E	Rango superior	°C	21	21	22	22	21	21	20	20	20	21	21	21
E	Rango inferior	°C	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Requerimientos Térmicos														
E	Requerimiento Térmico diurno		0	0	0	0	C	0	0	0	0	0	0	0
E	Requerimiento Térmico nocturno		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
INDICADORES DE MAHONEY														
E	Ventilación esencial	H1												0
E	Ventilación deseable	H2						1	1	1				3
E	Protección contra lluvia	H3					1	1	1					3
E	Inercia Térmica	A1	1	1	1	1	1				1	1	1	9
E	Espacios exteriores nocturnos	A2												0
E	Protección contra el frío	A3												0

Tabla 8. Indicadores de Mahoney

Ciudad:

MB, Naucalpan

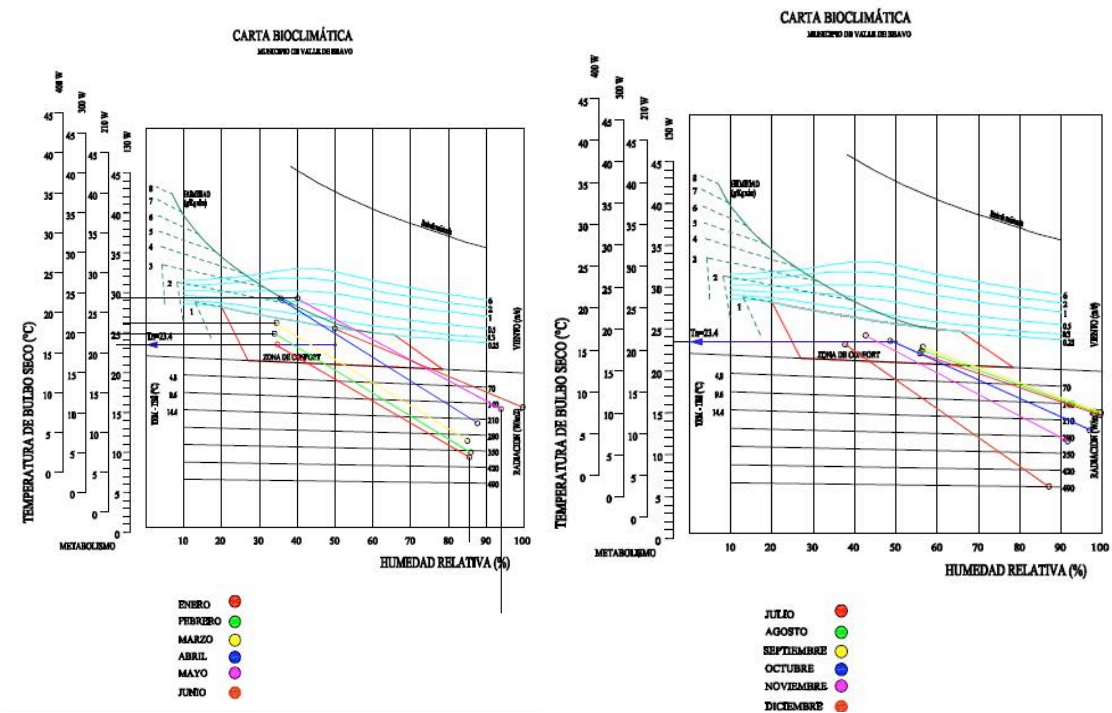
INDICADORES DE MAHONEY

1	2	3	4	5	6	no.	Recomendaciones
0	3	3	9	0	0		
Distribución			1			1	1 Orientación Norte-Sur (eje largo E-O)
					1		2
Espaciamiento							3
	1					1	4
							5 Configuración compacta
Ventilación							6
	1	1		1		1	7 Habitaciones en doble galería
							8 - Ventilación Temporal -
Tamaño de las Aberturas					1		9
							10
			1			1	11 Pequeñas 20 - 30 %
					1		12
							13
Posición de las Aberturas							14
	1	1		1		1	15 (N y S), a la altura de los ocupantes en barlovento, con aberturas también en los muros interiores
Protección de las Aberturas			1			1	16 Sombreado total y permanente
						1	17 Protección contra la lluvia
Muros y Pisos							18
			1			1	19 Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Techumbre							20
	1			1			21
			1			1	22 Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Espacios nocturnos exteriores							23
			1			1	24 Grandes drenajes pluviales

Carta Bioclimática

La estrategia básica de diseño de acuerdo a la carta bioclimática es de calentamiento a lo largo de todo el año, a excepción del mes de marzo y abril, y por el contrario, estos meses son los únicos en los que se recomienda ventilación y humidificación.

Tabla 9. Carta bioclimática



Ciudad:	MB, Naucalpan
LATITUD	19° 27' grados
LONGITUD	99° 14' grados
ALTITUD	2290 metros

ite	PARAMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURAS															
A	MAXIMA	°C	22.7	24.2	26.9	27.7	27.5	25.6	24.0	24.1	23.6	23.3	23.3	22.5	24.6
A	MEDIA	°C	14.1	15.4	17.8	19.2	19.7	19.2	18.0	18.1	17.8	16.7	15.6	14.3	17.2
A	MINIMA	°C	5.5	6.6	8.8	10.7	12.0	12.8	12.0	12.1	12.0	10.1	7.9	6.1	9.7
D	OSCILACION	°C	17.2	17.6	18.1	17.0	15.5	12.8	12.0	12.0	11.6	13.2	15.4	16.4	14.9

HUMEDAD															
D	H.R. MAXIMA	%	78	71	65	66	76	88	95	96	95	90	86	84	82.5
A	H.R. MEDIA	%	55	50	46	47	54	64	70	71	71	66	62	60	59.7
A	H.R. MINIMA	%	32	29	27	28	32	40	45	46	47	42	38	36	36.8

CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY (revisada por Szokolay)															
TEMPERATURA NEUTRA															
Temperatura neutra	°C	21.97	22.37	23.12	23.55	23.71	23.55	23.18	23.21	23.12	22.78	22.44	22.03	22.92	
límite máximo de confort	+2.5	24.47	24.87	25.62	26.05	26.21	26.05	25.68	25.71	25.62	25.28	24.94	24.53	25.42	
límite mínimo de confort	-2.5	19.47	19.87	20.62	21.05	21.21	21.05	20.68	20.71	20.62	20.28	19.94	19.53	20.42	

ESTRATEGIAS DE DISEÑO															
Confort	Tmax	C	C	C			C	C	C	C	C	C	C	C	
	Tmed														
	Tmin														
Radiación (W/m2)	Tmax														
	Tmed	140-210	140-210	70-140	0-70	0-70	0-70	0-70	0-70	0-70	70-140	140-210	140-210	70-140	
	Tmin	420-490	420-490	350-420	280-350	210-280	210-280	210-280	210-280	210-280	280-350	350-420	420-490	280-350	
Sombreado	Tmax	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Tmed														
	Tmin														
Ventilación	Tmax				V	V									
	Tmed														
	Tmin														
Humidificación	T max				H	H									
	Tmed														
	Tmin														

Diagrama psicométrico

En el caso del diagrama psicométrico de manera similar a la carta bioclimática, se sugiere calentamiento, ventilación y enfriamiento evaporativo durante todo el año excepto en marzo, abril y mayo, además de sombreado durante todos los meses. También existen requerimientos de masa térmica y calefacción convencional, únicamente en el mes de enero.

Tabla 10. Diagrama psicométrico

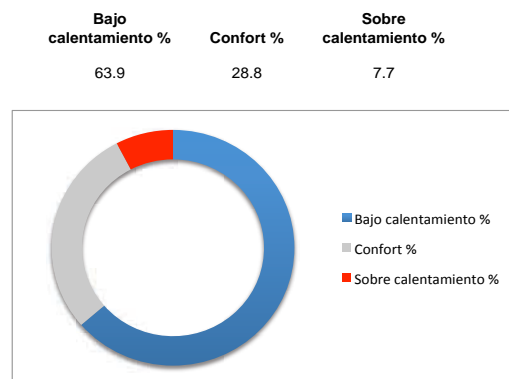
ESTRATEGIAS DE DISEÑO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CONFORT	Tmax	C	C				C	C	C	C	C	C	C	C
	Tmed													
	Tmin													
RADIACIÓN SOLAR	Tmax													
	Tmed	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
	Tmin		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
SOMBREADO	Tmax	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Tmed													
	Tmin													
VENTILACIÓN	Tmax			V	V	V								
	Tmed													
	Tmin													
ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	Tmax			EE	EE	EE								
	Tmed													
	Tmin													
MASA TÉRMICA INVERNAL	Tmax													
	Tmed		Mi	Mi	Mi	Mi	Mi	Mi	Mi	Mi	Mi	Mi		Mi
	Tmin													
MASA TÉRMICA	Tmax	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	Tmed													
	Tmin													
MASA TÉRMICA / VENTILACIÓN NOCTURNA	Tmax													
	Tmed													
	Tmin													
CALEFACCIÓN CONVENCIONAL	Tmax													
	Tmed	CC												
	Tmin													
AIRE ACONDICIONADO	Tmax													
	Tmed													
	Tmin													

Temperaturas horarias

De acuerdo al análisis de la temperatura horaria, se tienen condiciones de confort en todo el año de 11 a.m. a 12 p.m. y de 7 p.m. a 9 p.m., sin embargo en los meses más calurosos, de marzo a mayo, se supera el límite en un horario de 1 p.m. a 6 p.m., y en enero de 2 p.m. a 4 p.m. De marzo a junio a partir de las 10 p.m. hasta las 11:00 a.m. del día siguiente las condiciones de confort se encuentran por debajo del rango, lo mismo sucede en los meses de octubre a febrero pero a partir de las 8:00 p.m. a 12:00 p.m., lo cual resulta lógico considerando que son los meses más fríos del año. El caso más crítico de sobrecalentamiento se presenta en abril con una temperatura de 27.7° C, mientras que enero es el caso más crítico de enfriamiento con una temperatura por debajo del rango de confort de 5.5° C.

Fig. 42. Temperaturas horarias

	Bajo calentamiento %	Confort %	Sobre calentamiento %
Enero	70.8	16.7	12.5
Febrero	70.8	29.2	0.0
Marzo	58.3	25.0	16.7
Abril	54.2	20.8	25.0
Mayo	50.0	25.0	25.0
Junio	58.3	33.3	33.3
Julio	62.5	37.5	8.3
Agosto	62.5	37.5	0.0
Septiembre	62.5	37.5	0.0
Octubre	70.8	29.2	0.0
Noviembre	70.8	29.2	0.0
Diciembre	75.0	25.0	0.0
	63.9	28.8	7.7

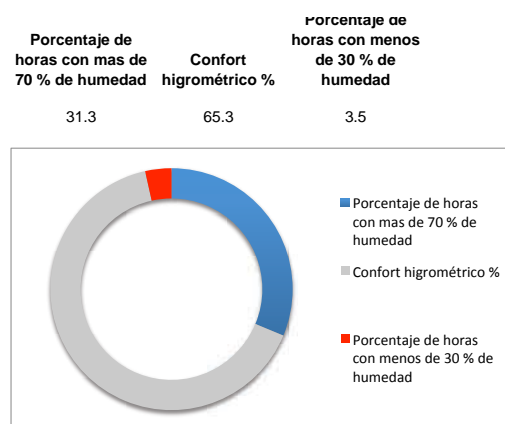


Humedad horaria

El rango de humedad relativa óptima es de 30 % y 70%. Los resultados indican que todo el año se encuentra en condiciones de confort higrométrico desde las 11:00 a.m. hasta las 10:00 p.m. De julio a septiembre, los meses más lluviosos, el porcentaje de humedad supera el límite a partir de las 11:00 p.m. hasta las 10 a.m. De febrero a abril, por el contrario, todas las horas se encuentran en el rango de confort, excepto de 2:00 p.m. a 5:00 p.m., que se encuentran por debajo, lo cual coincide con el sobrecalentamiento que se presenta durante esos meses a esas horas.

Fig.43. Humedades horarias

	Porcentaje de horas con mas de 70 % de humedad	Confort higrométrico %	Porcentaje de horas con menos de 30 % de humedad
Enero	29.2	70.8	0.0
Febrero	8.3	83.3	8.3
Marzo	0.0	83.3	16.7
Abril	0.0	83.3	16.7
Mayo	25.0	75.0	0.0
Junio	41.7	58.3	0.0
Julio	50.0	50.0	0.0
Agosto	50.0	50.0	0.0
Septiembre	50.0	50.0	0.0
Octubre	45.8	54.2	0.0
Noviembre	37.5	62.5	0.0
Diciembre	37.5	62.5	0.0
	31.3	65.3	3.5



Radiación horaria

De marzo a septiembre se presentan 11 horas de radiación total superando los 120 W/m^2 , el resto de los meses sólo cuentan con 9 horas. En el caso de la radiación directa, todos los meses presentan 9 horas a excepción de noviembre y diciembre con 7 horas.

Fig.44. Radiación horaria

	no hay radiación %	mas de 120 %	menos de 120 %
Enero	54.2	37.5	8.3
Febrero	54.2	37.5	8.3
Marzo	50.0	45.8	8.3
Abril	45.8	45.8	8.3
Mayo	45.8	45.8	8.3
Junio	45.8	45.8	8.3
Julio	45.8	45.8	8.3
Agosto	45.8	45.8	8.3
Septiembre	50.0	45.8	8.3
Octubre	54.2	37.5	8.3
Noviembre	54.2	37.5	8.3
Diciembre	54.2	37.5	8.3
	50.0	42.4	8.3

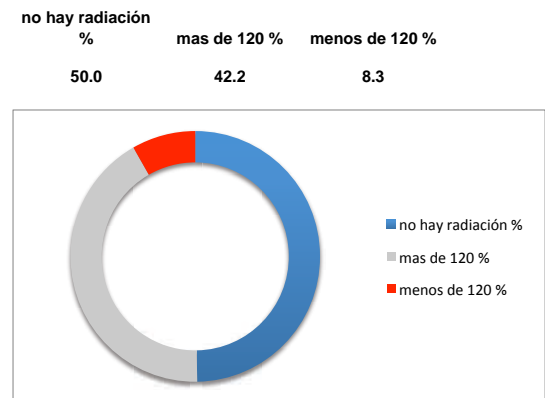


Tabla 11. Temperaturas y humedades horarias

Temperaturas y humedades horarias

Molinito san Barrolo, Naudi		1951-1980
CLIMA	Cb w f(w) / (lg SEM-FRIO	
BIOCLIMA	19-27	
LATITUD	99° 14'	
LONGITUD	72° 28'	
ALTITUD	2280 msnm	

TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
de	a	25.4	Más de	de	Menos de
20.4	20.4	25.4	30	a	70
Menos de	20.4	25.4	Menos de	30	70

Tm= 22.9

MES	TM	Tm	Tmed
Enero	26.7	5.5	14.1
Febrero	24.2	6.6	15.4
Marzo	26.9	8.8	17.8
Abril	27.7	10.7	19.2
Mayo	27.5	12.0	19.7
Junio	25.6	12.8	19.2
Julio	24.0	12.0	18.0
Agosto	24.1	12.1	18.1
Septiembre	23.6	12.0	17.8
Octubre	23.3	10.1	16.7
Noviembre	23.3	7.9	15.6
Diciembre	22.5	6.1	14.3
ANUAL	25.0	9.7	17.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8.0	7.2	6.5	5.9	5.6	5.5	5.8	6.7	8.0	9.7	13.3	18.6	22.9	25.7	26.7	26.3	25.3	23.6	21.4	18.6	15.6	12.3	10.0	9.0
11.0	9.5	8.3	7.4	6.8	6.6	7.1	8.7	11.0	13.9	16.9	19.8	22.1	23.7	24.2	24.0	23.4	22.5	21.3	19.8	18.1	16.3	14.5	12.7
13.3	11.7	10.5	9.6	9.0	8.8	9.3	10.9	13.3	16.2	19.3	22.3	24.7	26.3	26.9	26.7	26.1	25.1	23.9	22.3	20.6	18.7	16.8	15.0
15.0	13.5	12.3	11.4	10.9	10.7	11.2	12.7	14.9	17.7	20.7	23.4	25.7	27.2	27.7	27.5	27.0	26.1	24.9	23.5	21.8	20.1	18.3	16.6
15.8	14.5	13.5	12.7	12.2	12.0	12.5	13.8	15.8	18.3	21.0	23.6	25.7	27.0	27.5	27.3	26.8	26.0	24.9	23.6	22.1	20.4	18.8	17.3
16.0	14.9	14.0	13.4	12.9	12.8	13.2	14.3	16.0	18.1	20.3	22.4	24.1	25.2	25.6	25.5	25.0	24.4	23.5	22.4	21.2	19.9	18.5	17.2
15.0	14.0	13.1	12.5	12.1	12.0	12.4	13.4	15.0	17.0	19.0	21.0	22.6	23.6	24.0	23.9	23.5	22.9	22.0	21.0	19.9	18.6	17.4	16.1
15.1	14.1	13.2	12.6	12.2	12.1	12.5	13.5	15.1	17.1	19.1	21.1	22.7	23.7	24.1	24.0	23.6	23.0	22.1	21.1	20.0	18.7	17.5	16.2
14.9	13.9	13.1	12.5	12.1	12.0	12.3	13.4	14.9	16.8	18.8	20.7	22.2	23.2	23.6	23.5	23.1	22.5	21.7	20.7	19.6	18.4	17.2	16.0
13.4	12.3	11.4	10.7	10.2	10.1	10.5	11.6	13.4	15.6	17.8	20.0	21.8	22.9	23.3	23.2	22.7	22.0	21.1	20.0	18.7	17.4	16.0	14.7
11.8	10.4	9.4	8.6	8.1	7.9	8.4	9.7	11.7	14.3	16.9	19.4	21.5	22.8	23.3	23.1	22.6	21.8	20.8	19.5	18.0	16.4	14.8	13.2
10.2	8.8	7.7	6.8	6.3	6.1	6.6	8.0	10.2	12.9	15.7	18.4	20.6	22.0	22.5	22.3	21.8	20.9	19.8	18.4	16.8	15.2	13.4	11.8
13.3	12.1	11.1	10.3	9.9	9.7	10.1	11.4	13.3	15.6	18.3	20.9	23.1	24.5	25.0	24.8	24.3	23.4	22.3	20.9	19.4	17.7	16.1	14.6

MES	HRM	HRm	HRm
Enero	78	32	32
Febrero	71	29	29
Marzo	65	27	27
Abril	66	28	28
Mayo	76	32	32
Junio	88	40	40
Julio	95	45	45
Agosto	96	46	46
Septiembre	95	47	47
Octubre	90	42	42
Noviembre	86	38	38
Diciembre	84	36	36
ANUAL	83	37	37

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
66	70	73	76	77	78	76	72	66	59	51	44	38	34	32	33	34	37	40	44	48	53	57	62
60	64	67	69	70	71	69	66	60	54	46	40	34	31	29	30	31	33	36	40	44	48	52	56
56	59	62	64	65	65	64	61	56	49	43	36	31	28	27	27	28	30	33	36	40	44	48	52
57	60	63	65	66	66	65	62	57	50	44	37	32	29	28	28	29	31	34	37	41	45	49	53
65	69	72	74	75	76	75	71	65	58	50	43	37	34	32	33	34	36	39	43	47	52	56	61
76	80	83	86	87	88	86	82	76	68	60	52	46	42	40	41	42	45	48	52	57	62	66	71
82	87	90	93	94	95	93	89	82	74	66	58	51	47	45	46	47	50	53	58	62	67	73	78
84	88	91	94	96	96	95	90	84	75	67	58	52	47	46	46	48	51	54	58	63	68	74	79
83	87	91	93	95	95	94	90	83	75	67	59	52	48	47	47	49	51	55	59	64	69	74	79
78	82	85	88	89	90	88	84	78	70	62	54	48	44	42	43	44	47	50	54	59	63	68	73
74	78	82	84	86	86	85	81	74	66	58	50	43	39	38	38	40	42	46	50	54	59	65	70
72	76	79	82	83	84	82	78	72	64	56	48	42	38	36	37	38	41	44	48	53	57	62	67
71	75	78	81	82	83	81	77	71	64	56	48	42	38	37	37	39	41	44	48	53	57	62	67






Tabla 12. Radiación solar

[illegible]

Tabla 13. Matriz de climatización

to san Bartolo, Naud		1971-2000
CLIMA		Cb w1(w) (i')g
BIOClima		SEMI-FRÍO
LATITUD		19° 27'
LONGITUD		99° 14'
ALTITUD		2290

MATRIZ DE CLIMATIZACIÓN

SIMBOLOGIA	
	Estrategia General
	Necesario
	Parcialmente
	Evitar
	Restringir

CONDICIONANTE CLIMÁTICA									SISTEMAS PASIVOS				OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												ALGUNOS ELEMENTOS REGULADORES		
Cálido Seco	Cálido	Cálido Húmedo	Templado Seco	Templado	Templado Húmedo	Semi-Frío Seco	Semi-Frío	Semi-Frío Húmedo	SISTEMA	MECANISMO T.	ESTRATEGIA	DIAGRAMA	período	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO							
														ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE			NOVIEMBRE	DICIEMBRE
									CALENTAMIENTO	DIRECTO	R	Promover la Ganancia Solar Directa												Elementos acristalados: ventanas, tragaluces, lucernarios, etc.			
								R			Promover las Ganancias Internas														Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.		
								INDIRECTO		Cd	Promover la Ganancia Solar Indirecta														Inercia térmica de materiales, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.		
											Cd	Minimizar el Flujo Conductivo de Calor														Materiales aislantes, contraventanas, etc.	
										Cv	Minimizar el Flujo de Aire externo														Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas) Exclusas térmicas y hermeticidad		
											Cv	Minimizar la Infiltración														Exclusas térmicas, hermeticidad	
									ENFRIAMIENTO	DIRECTO	R	Minimizar la Ganancia Solar													Dispositivos de control solar: volados, aleros, partesoles, pergolas, celosías, lonas, orientación y vegetación, etc.		
								Cv			Promover la Ventilación Natural														Ventilación cruzada		
								Ev			Promover el Enfriamiento Evaporativo														Fuentes, vegetación, fuentes, cortinas de agua, riego por aspersión, etc.		
								INDIRECTO		R	Promover el Enfriamiento Radiante														Uso de materiales radiantes, "cubierta estanque", etc.		
											Cd	Minimizar el Flujo Conductivo de Calor													Materiales aislantes, contraventanas, etc.		
										Cd	Amortiguamiento Térmico														Inercia térmica de los materiales		
										Cd	Promover Enfriamiento Terrestre															Materiales y sumideros de calor, casa enterrada o con taludes	
										Cv	Promover la Ventilación Forzada o Pre-tratada															Extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aire, etc.	
										Ev	Promover el Enfriamiento Evaporativo indirecto															Losa o muros húmedos (exterior)	
								DESHUMIDIFICACIÓN	DIRECTA	R	Promover el Calentamiento Directo													Ganancia solar directa por acristalamientos: ventanas, tragaluces, lucernarios, etc. Chimeneas o radiadores de alta eficiencia			
										Cd	Promover el Calentamiento Indirecto														Inercia térmica de materiales, muro trombe, invernadero adosado o seco, etc. Chimeneas o radiadores de alta eficiencia		
									Cv	Promover la Ventilación Natural o Inducida														Ventilación natural, colectores de aire, muro trombe, invernadero seco, etc.			
								HUMIDIFICACIÓN	DIRECTA	Ev	Promover Sistemas Evaporativos													Espejos de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, vegetación, etc.			
										Cv	Promover la Ventilación Inducida														Dúctos eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos húmedo, etc.		

III.4.1 Estrategias de diseño de acuerdo a las características del sitio.

De acuerdo al análisis bioclimático y paramétrico, las estrategias de diseño sugeridas para Naucalpan, Estado de México en la zona de Jardines de San Mateo son:

Enero: Al ser el mes más frío del año alcanza temperaturas mínimas de 5.5° C y temperaturas mínimas extremas de 3.3 ° C, se sugiere que durante el día haya amortiguamiento térmico y que se promueva la ganancia solar indirecta, así como la ventilación natural y el enfriamiento evaporativo, y durante las noches, las ganancias internas.

Febrero: En relación al calentamiento durante el día, se sugiere promover la ganancia solar directa, las ganancias internas, la ventilación natural y enfriamiento evaporativo, así como minimizar el flujo de aire extremo y las infiltraciones. Durante la noche, son necesarias las ganancias internas, y minimizar el flujo de aire y las infiltraciones y promover el amortiguamiento térmico.

Marzo, abril y mayo: Durante la primavera, es necesaria la ganancia solar indirecta, minimizar la directa y parcialmente el flujo conductivo de calor; promover la ventilación natural y el amortiguamiento térmico; las estrategias anteriores se consideran para el día. Durante la noche, se sugiere promover las ganancias internas, amortiguamiento térmico, minimizar el flujo de aire externo y las infiltraciones.

De junio a diciembre: Se sugiere que durante el día, de manera parcial, se promueva la ganancia solar directa, las ganancias internas, la ventilación natural y el amortiguamiento térmico, se sugiere evitar esta última estrategia en los meses de agosto y septiembre; minimizar el flujo de aire externo e infiltraciones. A lo largo del año, las estrategias de diseño son similares durante la noche, sin embargo de forma necesaria, con excepción, de aquellas que se consideren con intervención solar.

Las principales estrategias de diseño para calentamiento durante todo el año son, para el día, ganancias solar directa y ganancias internas, minimizar el flujo de aire externo y el enfriamiento, para éste se debe considerar el amortiguamiento térmico. Para la noche, sugiere promover ganancias internas además de minimizar el flujo de aire externo e infiltraciones.

III.4.2 Estrategias de diseño bioclimático para exteriores

Es importante considerar que las estrategias de diseño propuestas están hechas con base a modelos para interiores, sin embargo para poder dar estrategias para exteriores es necesario

hacer las mediciones necesarias en el microclima a analizar. El análisis climático, las temperaturas, humedades y radiación horarias son la información más útil para efectos de este estudio.

Del análisis paramétrico podemos definir que las estrategias de diseño bioclimático requeridas para exteriores en esta zona teniendo en cuenta que estos espacios serán utilizados principalmente en el día, prácticamente son las mismas tanto en enero, el mes más frío del año, y de marzo a mayo, el periodo más caluroso. Estas estrategias son: amortiguamiento térmico, promover la ganancia solar indirecta, ventilación natural, generar espacios que parcialmente cuenten con ganancia solar directa, puesto que en algunos meses, como febrero y de junio a diciembre, es requerida.

En general durante todo el año se tiene una temperatura templada. El horario óptimo para realizar actividades al exterior es en el transcurso de la mañana, ya que en meses calurosos no hace tanto calor, y en los meses más fríos se puede obtener ganancia solar directa. Únicamente enero y diciembre se pueden considerar meses en su totalidad fríos.

A pesar de tener 6 meses en el año con precipitación, sólo se podría considerar julio y agosto como meses con precipitaciones altas. Por lo que habría que considerar zonas de resguardo en el diseño de los espacios al exterior.

Los meses con mayor nubosidad son los templados y de mayor precipitación, lo cual podría ser una ventaja en días calurosos, en los que se debe evitar el asoleamiento directo.

La velocidad del viento no es significativa, pero se podrían considerar barreras de viento por medio de árboles que a su vez podrían funcionar como aislamiento acústico y espacios para resguardo del sol.

Al ser un espacio exterior, es importante considerar la flora local, así como los ciclos vegetales para mantener siempre verde un espacio de esta índole; Asimismo, tener en cuenta que aquellas especies que pudieran considerarse para barrera de vientos y generación de sombras sean de preferencia perennes y que tengan diferentes periodos de floración. En el caso de Naucalpan, algunas de las especies locales que se utilizaron para el diseño del jardín terapéutico fueron: gardenias, lavanda, malvón, hortensia, bugambilias, geranio, margaritas, azaleas, naranjo.

Tabla 14. Ciclos estacionales. Naucalpan, Estado de México. (Anexo 1)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temperatura													
	frio	templado	templado	templado	templado	templado	templado	templado	templado	templado	templado	templado	templada
Humedad													
	medio	seco	seco	seco	medio	humedo por las tardes	humedo por las tardes	humedo por las tardes	humedo por las tardes	humedo por las tardes	medio	medio	medio
Precipitación													
	baja	baja	baja	baja	media	media	alta	alta	media	media	baja	baja	baja
Radiación													
	media	alta	alta	alta	alta	alta	alta	alta	media	media	media	media	media
Nubosidad													
	despejado	despejado	despejado	despejado	medio nublado	medio nublado	nublado	nublado	nublado	nublado	despejado	despejado	nublado/ despejado
Insolación													
	alta	alta	alta	alta	media	media	baja	baja	baja	baja	alta	alta	Baja /Alta
Días-Grado Generales													
	calentamiento	calentamiento	confort	confort	confort	confort	confort	confort	confort	confort	confort	confort	confort
Viento													
	NO - E	N-E	variable	NO - E	N - NE	N - NE	NO - N	NO - N	NO - N	NO - N	NO - NE	NE- SE	NO - NE
Temperatura - oscilación													
	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	fuera de confort	IT/GS
Índice ombrotérmico													
	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Medio
Carta Bioclimática													
	Calentamiento	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	Ventilación y humidificación	GS
Diagrama Psicrométrico													
	Calentamiento/ sombreado	Calentamiento/ sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	ventilación /enfriamiento evaporativo/sombreado	GS/MT
Temperaturas horarias													
	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m. / Durante todo el año antes de las 11:00 a.m. las condiciones se encuentran debajo del rango de confort	11 a.m.- 12 p.m.
Humedades horarias													
	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 2 p.m. y de 5 p.m.- 10 p.m.	11 a.m.- 10 p.m.
Tormentas eléctricas													
	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	tormenta eléctrica (> 5 días)	protección
Heladas													
	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	helada (>1 día)	protección
Granizo													
	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	granizo (> 1 día)	protección
Ciclos Vegetales													
	Gardenias	Lavanda	Malvon	Malvon	Hortensia	Hortensia	Hortensia	Hortensia	Hortensia	Hortensia	Hortensia	Hortensia	Primavera-verano
													Verano-otoño
	Bugambilia	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Geranio	Perenne
													Perenne
	Encino	Pinul	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Cedro	Perenne

Capítulo IV. Análisis experimental con niños con síndrome de Down

Los rangos de confort considerados en el análisis bioclimático y paramétrico para las estrategias de diseño se elaboraron con base en los requerimientos de personas en condiciones normales, es decir, no se tiene en cuenta un rango exclusivo para las necesidades de personas con síndrome de Down. Por lo anterior, los resultados de dichos análisis se utilizaron como punto de partida para el estudio con usuarios específicos con condiciones físicas propias al tiempo que las condiciones psicológicas serán consideradas. En el caso del confort psicológico ha sido menos explorado, pero no por ello es menos importante, ya que éste se ocupa de la percepción global que tiene el cerebro de toda la información que recibe del medio: espacial, visual y acústica. Esta información es analizada y procesada en el contexto de la memoria del individuo.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la incidencia estimada de síndrome de Down es de 1 de cada 1,100 nacimientos vivos en todo el mundo. Cada año de 3,000 a 5,000 niños nacen con este trastorno (WHO, 2013).

En México, no existen cifras oficiales sobre el número de personas con síndrome de Down, sin embargo hay estimaciones no oficiales de que la población de personas con SD es de 250,000 en el último conteo realizado en el 2010 (ONU, 2010).

El SD se caracteriza de forma general por una presencia de discapacidad intelectual, asimismo las personas con SD tienen mayor probabilidad de padecer algunas enfermedades, como: cardiopatías, alteraciones gastrointestinales, trastornos endocrinos, trastornos de visión y de audición.

El avance en los tratamientos médicos asociados con el SD ha mejorado la esperanza de vida de estas personas.

A pesar de esto, se ha demostrado una influencia relevante en el desarrollo de los niños con SD cuando se encuentran en programas de atención temprana orientados a la estimulación del Sistema Nervioso Central (SNC) durante los seis primeros años de vida. Especialmente durante los dos primeros años, el SNC presenta un grado de plasticidad muy alto, lo que resulta útil para potenciar mecanismos de aprendizaje y de comportamiento adaptativo. Los contextos estimulantes ayudan a que se generen conductas de superación que impulsan el desarrollo de sus habilidades.

En los programas de estimulación temprana para niños con SD, se debe tener en cuenta que sus procesos cognoscitivos y de percepción son diferentes al resto de la población, por ejemplo, las

capacidades visuales de los niños con SD son superiores a las auditivas, y su capacidad comprensiva es superior a la de expresión, por lo que su lenguaje es escaso y aparece con cierto retraso, aunque compensan sus deficiencias verbales con aptitudes más desarrolladas en lenguaje no verbal, como el contacto visual, la sonrisa social o el empleo de señas para hacerse entender. La atonía muscular determina también diferencias en el desarrollo de la habilidad para caminar o en la motricidad fina. Todos esos aspectos deben ser contemplados en programas específicos de atención temprana (durante los primeros seis años de vida) para estimular al máximo los mecanismos adaptativos y de aprendizaje más apropiados. Además, el objetivo de estos programas no es tan sólo la adquisición de habilidades, sino que éstas se alcancen mucho antes, permitiendo continuar con programas educativos que integren al máximo a la persona con SD en entornos normalizados.

En conclusión, en el caso particular del SD, no hay información suficiente para el diseño bioclimático. Los individuos con SD tienen necesidades diferentes derivadas de su estado general de salud, capacidades físicas y sensoriales. Todos estos aspectos afectan el desarrollo cognoscitivo de estos individuos, ya que requieren la estimulación de todos los sentidos, así como desarrollar la capacidad de reconocer la relación entre el tiempo y el espacio (Troncoso, Del Cerro y Ruiz , 2013). En el caso de la percepción térmica hay que considerar que el 40 % de la población con SD presenta hipotiroidismo, el cual puede manifestarse en cualquier momento de su vida. Algunas de las características del SD son: la intolerancia al frío o al calor, incapacidad motora, la regresión de las habilidades previamente adquiridas y el comportamiento introvertido, entre otros (Alpera y Morata 2012).

IV.1. Caso de estudio

Teniendo en cuenta todos los aspectos anteriores y con el objetivo de dar enfoques alternativos que puedan ayudar en el proceso de rehabilitación para las personas con SD, se propuso el diseño bioclimático de un jardín terapéutico en el que la vegetación y el confort térmico son los elementos principales de análisis.

Se realizó la búsqueda de un centro especializado para personas con SD en México D.F. y área metropolitana. Uno de los aspectos primordiales para la selección del sitio fue que contará con la infraestructura para llevar a cabo pruebas en un espacio al aire libre. La Fundación CEDAC (Centro de Educación de Down A. C.) fue el sitio seleccionado, ya que contaba con las características necesarias, además de que se mostró apoyo e interés para que se llevara a cabo el proyecto en sus instalaciones.

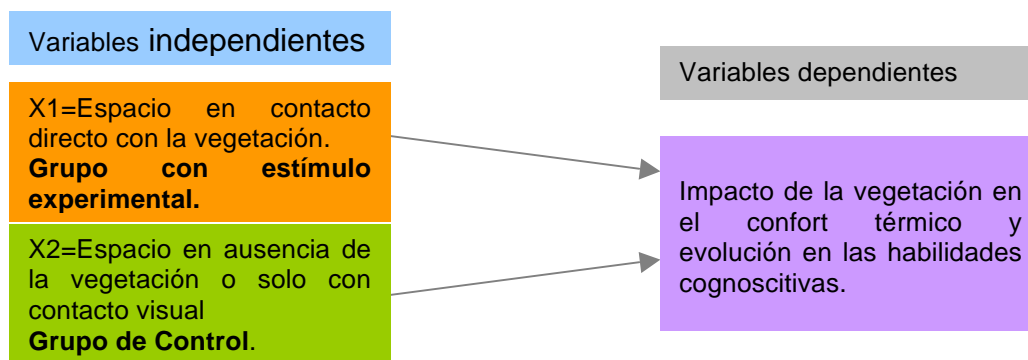
IV.2. Diseño experimental

CEDAC se encuentra ubicado en Naucalpan, Estado de México, y se dedica a la formación y educación de los niños y jóvenes con síndrome de Down. La fundación atiende a una población de 110 estudiantes y cuenta con programas de capacitación para la intervención temprana, preescolar, educación primaria y secundaria, especial y formación para el empleo.

Para la selección de los estudiantes que participaron en el proyecto se consideró que entre más temprana sea la edad en que se inicien los tratamientos de estimulación en personas con SD, se obtendrán mejores resultados en su desarrollo cognoscitivo; asimismo, que tuvieran edad suficiente para poder interactuar y responder a las evaluaciones y estímulos aplicados. El grupo seleccionado fue de educación primaria que contaba con una población de 10 alumnos, entre los 5 y 7 años de edad.

La infraestructura de la fundación en el momento en el que se inició el proyecto fue ideal para poder determinar el diseño experimental del proyecto, ya que se contaba con espacios interiores como los salones de clases y un espacio exterior el cual para ese momento no contaba con vegetación, sin embargo, estaba contemplado para convertirse en un jardín. Aprovechando estas condiciones, el diseño experimental se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Se dividió el grupo de estudio en partes iguales y de manera aleatoria, en un grupo experimental, el cual tuvo contacto directo con la vegetación y actividades en el jardín, y en el grupo de control, que continuó con actividades dentro del salón de clases, únicamente con contacto visual al jardín. La población del grupo de estudiantes estaba conformado por 8 niños y 2 niñas.



RG1 -Grupo con estimulación experimental.	O1 -Evaluación área cognoscitiva y confort.	X1 - Actividades en jardín terapéutico.	O2 -Evaluación de habilidades y confort.
RG2 -Grupo de control.	O3 -Evaluación área cognoscitiva y confort.	X2 - Actividades en Salón.	O4 -Evaluación de habilidades y confort.

2. El diseño de un espacio al aire libre, dotado de vegetación, se vuelve aún más complejo cuando se consideran variables ambientales y cómo éstas influyen en el confort de personas con síndrome de Down; por lo tanto, se decidió ejecutar el diseño de un jardín terapéutico para evaluar el impacto de la vegetación en el confort térmico y en el desarrollo del área cognoscitiva de los individuos. Se diseñaron encuestas antes y después de la aplicación del estímulo, que en este caso fue el jardín.

Los recursos para la ejecución del jardín terapéutico se obtuvieron a través de donaciones de profesores, padres y alumnos de CEDAC (fig.45), así como de diversas organizaciones e instituciones que se interesaron en el proyecto.



Fig. 45. Donativos en especie realizados por los padres de familia, alumnos y terapeutas.

En paralelo a la ejecución del jardín terapéutico, se consideraron tres enfoques para analizar al grupo de estudios:

- a) Preferencias ambientales: Se aplicaron encuestas y evaluaciones a los grupos de estudio, a los padres de los alumnos y a los terapeutas. Dichas encuestas y evaluaciones fueron diseñadas previamente con la orientación y supervisión de psicólogos y terapeutas de la Fundación. La información obtenida permitió conocer las condiciones de vegetación y ambientales preferidas por el grupo de estudio. Se utilizaron materiales de apoyo visuales, acústicos y táctiles para evaluar a los estudiantes (fig.46). Las secciones consideradas en la encuesta fueron: Información general sobre el alumno, nivel de apoyo requerido, y nivel de competencias adquiridas en el área cognitiva, frecuencia y tipo de interacción de los estudiantes con la vegetación, preferencias de los estudiantes en relación a los factores de confort de acuerdo a las condiciones ambientales y climáticas (Tabla 15 y Anexo 2).



Fig. 46. Aplicación de encuesta a alumnos con apoyos visuales.

Tabla 15. Secciones de encuesta aplicada.

Notas: 1) Para las encuestas realizadas a los alumnos se utilizaron apoyos visuales, auditivos y táctiles.

2) X= Reactivo considerado en encuesta aplicada.

Secciones de encuesta	Padres de Familia	Terapeutas	Alumnos
Datos Personales: a) Nombre b) Peso c) Edad	x	x	
Nivel de apoyo que requiere el alumno y categoría de adquisición de habilidades en el área cognoscitiva, auditiva, táctil, olfativa: a) adquirida b) no adquirida c) en proceso		x	
Interacción del alumno con la vegetación o áreas verdes:	x	x	x

a) Frecuencia. b) Actividades que realiza.			
Características de la vegetación y factores ambientales que prefiere el alumno: a) Vegetación: Dimensión y tipo. b) Factores ambientales: Olores, sonidos, texturas	x	x	x
Factores de confort, preferencias del alumno en relación a condiciones ambientales y climáticas: a) Sensaciones: Frío o calor. b) Condiciones ambientales: Sol –sombra, Nubosidad, viento	x	x	x
Preferencias de padres de familia: Vegetación: Frecuencia de actividades en áreas verdes: a) Sensación térmica preferente: Frío, calor. b) Condiciones ambientales preferentes: Sol-sombra, nubosidad y viento.	x		

El objetivo de aplicar encuestas a los padres y terapeutas fue obtener mayor información sobre los estudiantes y sobre las elecciones y conductas que adoptan los niños, ya sea por imitación o costumbres adquiridas de las personas más cercanas y no por preferencia personal (Anexo 3 y 4). Por último, los resultados de las evaluaciones sirvieron de base para el diseño del jardín terapéutico específicamente dirigido a personas con SD.

- b) **Análisis de Habilidad:** Se diseñó un programa de actividades enfocado en el área cognitiva para el grupo con estimulación experimental, con el objetivo de analizar cómo el entorno natural y las condiciones ambientales influyen en el desarrollo de las habilidades cognoscitiva. Se solicitó apoyo a los terapeutas para obtener información sobre las habilidades adquiridas, en proceso de adquisición y no adquiridas en el área cognitiva del grupo de estudio, antes y después de la aplicación del estímulo experimental (Anexo 4 y 7).
- c) **Análisis Bioclimático:** el objetivo fue determinar las características del medio físico habilitado con vegetación y, mediante la observación y análisis en sesiones que se llevaron a cabo en el jardín terapéutico, conocer cómo impactan en el confort térmico del grupo experimental. Las variables consideradas para el análisis fueron: temperatura del aire, índice de calor, humedad relativa, entre otras. También se consideró la actividad física y el tipo de ropa que usaban los alumnos durante las sesiones (Anexo 5).

Además del análisis climático realizado con el modelo de Freixanet con la información de las normas meteorológicas, se midieron las condiciones climáticas del sitio. Los datos para el análisis fueron recolectados a través de siete sesiones en el jardín terapéutico, de agosto a octubre de 2011; los instrumentos utilizados fueron: 2 dataloggers, un termómetro de bulbo y un luxómetro.

Fig. 47. Instrumentos de medición para recolección de datos.



La información obtenida fue temperatura, humedad relativa, viento y datos de velocidad. El proceso se dividió en dos etapas. La primera, a lo largo de una semana en el mes de marzo de 2011, se realizó en el espacio a analizar antes del estímulo experimental, es decir antes de la colocación de vegetación y elementos naturales. Un datalogger fue colocado a la luz del sol y el otro en la sombra, a una altura de 1.10 m. por encima del suelo, esta altura fue definida tomando en cuenta la altura media del grupo experimental. Con el objetivo de poder comparar datos climáticos, la segunda etapa consistió en realizar el mismo procedimiento después de ejecutar el estímulo experimental y así obtener información de la variación de las condiciones del microclima. Por último se recolectó información sobre las condiciones en el interior del salón de clases de grupo control en el mismo horario que las sesiones en el jardín terapéutico.

Resultados de encuestas y evaluaciones.

Los resultados de las encuestas indicaron que de acuerdo a la percepción de los padres de familia y la de los terapeutas, las actividades que benefician a los alumnos, son aquellas de carácter psicomotriz realizadas en las áreas verdes. Asimismo, se observó que los alumnos disfrutaban preferentemente el llevar a cabo actividades psicomotrices, como jugar y caminar, además del gusto que tienen en contemplar su entorno, lo cual coincide con las actividades que más beneficios les proporcionan.

La mayoría de los padres (45%) y terapeutas (100%) consideran que tener contacto físico con un entorno natural ayuda a los alumnos de mejor manera a desarrollar sus habilidades a diferencia de tener únicamente contacto visual o auditivo.

A pesar de lo anterior, el 50% de los padres afirma que la frecuencia con la que sus hijos tienen contacto directo con la vegetación es de una vez por semana, 70% se lleva a cabo en fin de semana, por las tardes y generalmente en un parque (Tabla 16).

Tabla 16. Resultados de interacción con la vegetación o áreas verdes

Interacción con la vegetación o áreas verdes	Padres	Terapeutas	Alumnos
Actividades preferidas del alumno en la escuela	NA	Psicomotriz (36%) y cocina (36%)	NA
Actividades que consideran que deben de tener los alumnos con el entorno natural, porque desarrolla sus habilidades en general.	Físico (45%)	Físico (100%)	NA
Frecuencia con la que el alumno tiene contacto con la vegetación o áreas jardinadas	1 vez por semana (50%)	NA	NA
Periodo	Fines de semana (70%)	NA	NA
Ubicación	Parque (44%)	NA	NA
Horario	Tarde (60%)	NA	NA
Actividades que le gustan al alumno practicar en un jardín	Jugar (32%)	Caminar, observar	NA

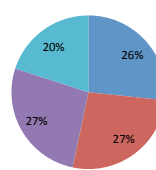
En relación a las características de la vegetación y factores ambientales, los resultados indican que al 56% de los alumnos les gusta más el olor dulce que el fresco o cítrico. Asimismo, se conoció que 75% de los alumnos ponen mayor atención a los sonidos de la naturaleza, a diferencia de la percepción del 36% de los padres quienes consideran que los alumnos prefieren la música ambiental y 100% de los terapeutas la música clásica.

Respecto a las características de la vegetación, de las imágenes presentadas, el 27% de los alumnos eligieron árboles de tamaño grande y 27% árboles mediano, a la vez que se sintieron atraídos por los árboles frutales. Por lo que se refiere a los elementos naturales los resultados indican que los padres consideran que los alumnos prefieren el agua (38%), la vegetación (24%), en el caso de los terapeutas opinan que prefieren el agua (32%), la vegetación (29%), y los alumnos indican que prefieren agua (56%), la vegetación (33%); las rocas y la sombra les resulta lo menos atractivo. En relación al paisaje, los alumnos prefieren por igual el jardín (34%), jardín con flores (33%) y bosque (33%).

El color elegido por el 41% de los alumnos es el morado; a diferencia de la opinión de los padres y terapeutas quienes consideran que el color preferido de los alumnos y el que les provoca tranquilidad es azul y verde respectivamente.

A pesar de que los padres de familia y terapeutas coinciden en que la textura que más agrada a los alumnos es lisa, las pruebas realizadas con los alumnos indican que prefieren, ásperas (34%), rugosas (33%) y lisas (33%) de igual forma (Tabla 17).

Tabla 17. Características de la Vegetación y factores ambientales.

	Papas	Terapeutas	Alumnos
¿Qué olor prefiere el alumno?			
¿Qué sonido prefiere el alumno?			
¿Qué vegetación prefiere el alumno?			

	Papas	Terapeutas	Alumnos
¿Qué paisaje prefiere el alumno?	NA	NA	
¿Qué elementos naturales prefiere el alumno?			
¿Qué color prefiere el alumno?			
¿Qué textura prefiere el alumno?			

En relación a los factores de confort, los resultados indican que el calor es la sensación térmica preferida por el 78% alumnos y asimismo la que más toleran. Respecto a las condiciones ambientales los padres consideran que 50% alumnos prefieren la sombra, 70% días soleados y 90 % poco viento, de manera similar los terapeutas opinan que los alumnos prefieren 64% la sombra, 78% días soleados y 100 % poco viento; sin embargo, las evaluaciones aplicadas a los alumnos indican que 75% prefieren la luz solar, 87% los días soleados y 62% mucho viento (Tabla 18).

Tabla 18 . Resultado de factores de confort.

	Papas	Terapeutas	Alumnos
Sensación térmica que prefiere y tolera más el alumno			
Sensación térmica que tolera el alumno			
Condiciones ambientales que prefiere el alumno			
Condiciones ambientales que prefiere el alumno			
Condiciones ambientales que prefiere el alumno			

Con respecto a las preguntas dirigidas a los padres sobre sus preferencias, el tipo de vegetación elegida por la mayoría con el 30% fueron árboles frutales y flores. Asimismo, el 100% de ellos tiene contacto con áreas verdes cuando cuidan su propio jardín o cuando conviven con sus hijos. No tienen preferencia por la sensación térmica en especial, sin embargo, el 60% tolera más el frío. En

relación a las condiciones ambientales, las evaluaciones indican que el 70% padres prefieren la sombra, 60% días soleados y 90% poco viento.

Tabla 19. Resultado de las evaluaciones sobre preferencias de padres de familia.

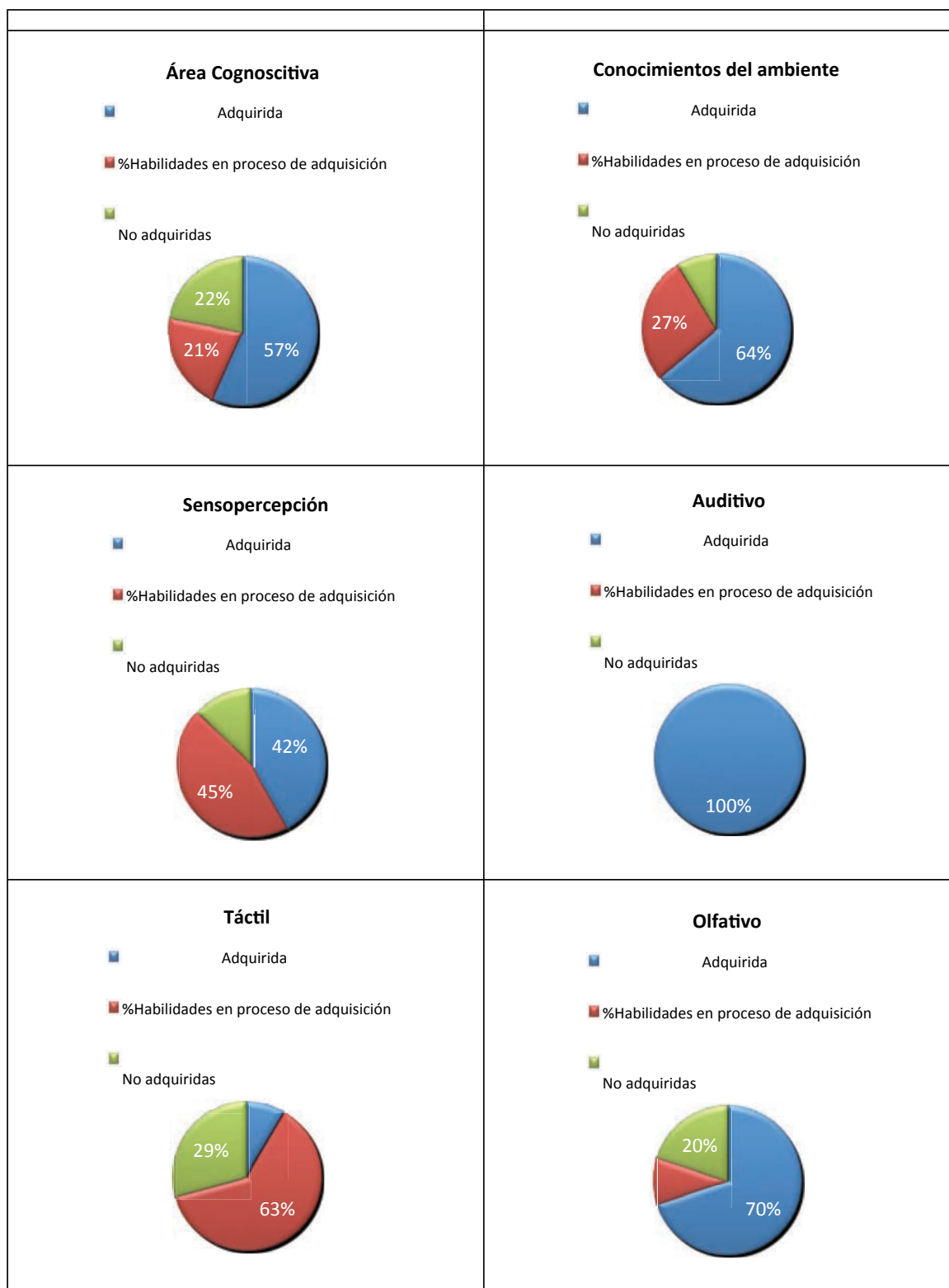
Preferencia de características en la vegetación de padres	Arboles frutales 30%, flores (30%), árboles grandes (20%), plantas y arbustos (20%)		
Actividades que realiza en áreas verdes	Cuidado de su propio jardín y/o conviven con sus hijos (100%)		
Sensación térmica que prefiere	Frío 50% y calor 50%		
Sensación térmica que más tolera	Frío 60% y calor 40%		
Condiciones ambientales que prefiere	Sombra 70% y luz de sol 10%	Días nublados 40% y soleados 60%	Poco viento 90% y mucho viento 10%

Por ultimo, la información proporcionada por los terapeutas indican que el 60% del grupo de estudio requiere apoyo extenso, es decir, a lo largo de su vida, y el 40% del grupo requieren apoyo intermitente, que se refiere a algunos períodos específicos de tiempo o acciones en sus vidas.

De 43 habilidades evaluadas previas al estímulo experimental, se obtuvo que el grupo de control tenía el 43,8% de habilidades adquiridas (A), el 37,6% se encontraba en proceso de adquisición (PA), y el 18,6% no adquiridas (NA). Los resultados de las habilidades del grupo experimental antes de la componente experimental fueron 37,2% (A), el 38,9% (PA), y el 23,8% (NA) (Tabla 20).

Como se menciona anteriormente, el grupo de alumnos seleccionados se dividió, en un grupo de control el cual no tuvo contacto con la vegetación y el grupo experimental al cual se le aplicó el estímulo.

Tabla 20. Evaluación de habilidades adquiridas del grupo de estudio previo a la aplicación del estímulo experimental.



Capítulo V. Resultados y Conclusiones

V.1. Análisis Climatológico

CEDAC está situado a $19^{\circ} 29' 48.63''$ N , $99^{\circ} 15' 22.19''$ W con 2288 m de elevación sobre el nivel del mar, con un clima semifrío. Los valores bioclimáticos medios obtenidos durante un año son: viento predominante del norte con una velocidad de 2.4 m/s , radiación directa de 461.6 W/m^2 y difusa de 204.2 W/m^2 , temperatura máxima de 24°C y mínima de 9.7°C , la temperatura neutra calculada es 22.9°C ; los meses más fríos son diciembre y enero, y los más cálidos de abril a junio; la humedad relativa promedio anual es de 60 %, valor mínimo con 46 % dado en el mes de marzo y en agosto y septiembre, el valor máximo con 71 %.

Teniendo en cuenta los horarios de actividades de la Fundación, el análisis indica que las horas debajo del confort térmico en la zona son 7 a.m. a 12 p.m., en los meses de octubre a diciembre y 7 a.m. a 11 a.m., en enero-febrero. De 12 a.m. a 8 p.m. la temperatura se encuentra dentro de los niveles de confort durante todo el año, con excepción de marzo, el mes más caluroso del año, en el que la temperatura excede el confort térmico de 1 p.m. a 6 p.m. En relación con el contexto urbano, la Fundación está dentro de una zona residencial, los edificios tienen entre 6 a 10 m de altura, por lo que actúan como barrera contra el viento; asimismo existe como una zona boscosa situada al norte del sitio (fig. 48).

El sitio asignado para el diseño del jardín terapéutico consta de 457 m^2 , es rectangular y sin vegetación (fig. 49). El análisis del microclima se realizó entre las 8:40 a.m. a 9:40 a.m., horario previsto para las sesiones del grupo experimental. Los datos del instrumento que se colocó en la luz del sol directa indicaron una temperatura máxima de 34.2°C , una mínima de 26.7°C y una humedad relativa de 36.8 %. En la sombra, la temperatura máxima fue de 26.4°C y 19.0°C como mínimo, la humedad relativa de 33.4 %. La velocidad de viento de 0.3 m/s , y el caudal de aire de 0.03 m/s ; ambos instrumentos fueron colocados a una altura de 1.10 m de altura, determinada como la altura media del grupo experimental. Según el análisis del clima, los valores de temperatura en el lugar estaban fuera del alcance de los niveles de confort, 25.4°C de máxima y 20.4°C de mínima. Estos datos se recogieron durante una semana en marzo de 2011 en una semana.



Fig. 48: Imagen satelital de Fundación CEDAC (imagen obtenida de google earth)



Fig. 49: Área asignada para el jardín terapéutico

V.2. Diseño y ejecución del jardín terapéutico.

Como se menciona en el diseño experimental se decidió ejecutar el proyecto del jardín terapéutico para evaluar el impacto de la vegetación en el confort térmico y en el desarrollo del área cognitiva de los alumnos.

Para el diseño de este jardín se utilizaron como referencia las propuestas realizadas por el Arq. Roger Ulrich (Rusk, 2010), Cooper y Barnes en su publicación de Healing Gardens en 1999, así como las sugerencias de diseño para un centro recreativo dirigido a personas con capacidades diferentes, incluyendo SD, realizado en 1997 por el equipo de Enlace Integral de la UAM-Azcapotzalco.

De acuerdo con investigaciones anteriores, se establecieron las siguientes pautas para el diseño del jardín terapéutico para las personas con síndrome de Down:

Conclusiones de las preferencias de personas con SD de acuerdo a los estudios previamente realizados por Roger Ulrich, Cooper y Barnes y Enlace Integral ode UAM-azc.		Soluciones de elementos y características para el jardín terapéutico.
Vegetación	Flores y árboles frutales	Especies sin espinas, no tóxicas, aromáticas, perennes y con requerimientos solares. Especies obtenidas: Lavanda, jázmin, malvón, margaritas, geranios, manzanilla, menta, albahaca, romero, bugambilia, árbol de naranja, árbol de limón.
Elementos	Vegetación y agua	Pasto, fuente.
Colores	Rojo, verde, amarillo y azul	Flores, cambio de texturas en piso como por ejemplo: pasto, grava, tezontle, troncos.
Texturas	Rugoso	
Formas	Círculo	Formas circulares
Espacios	abiertos	

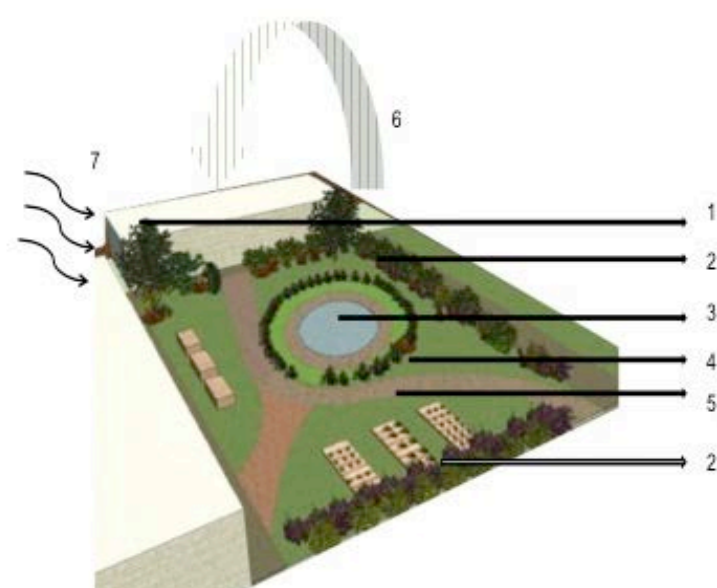


Fig. 50. Propuesta de Diseño para jardín terapéutico.

Las donaciones se solicitaron en la medida de lo posible con las características de las especies propuestas. Las consideraciones para el diseño fueron (figs. 50, 51 y 52):

1. Elementos generadores de sombra.
2. Composición de plantas y flores, con diferentes alturas.
3. Fuente o estanque.
4. Espacios abiertos en el interior del jardín de la vegetación.
5. Diferencia de texturas en el pavimento.
6. Luz solar durante todo el día.
7. Barrera para los vientos predominantes.

Fig. 51. Plano de proyecto de jardín terapéutico.

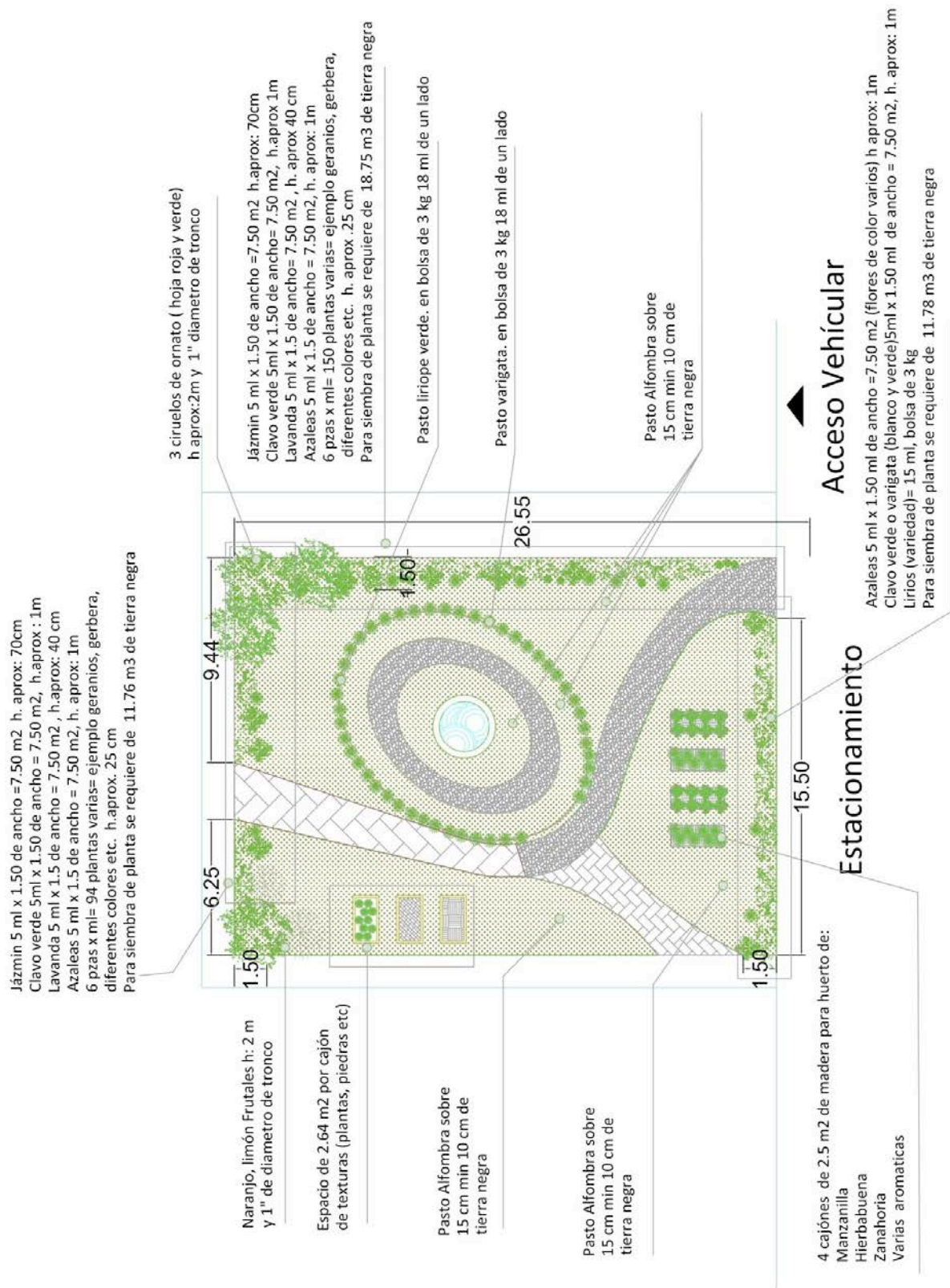


Fig. 52. Plano de trazo de jardín terapéutico.

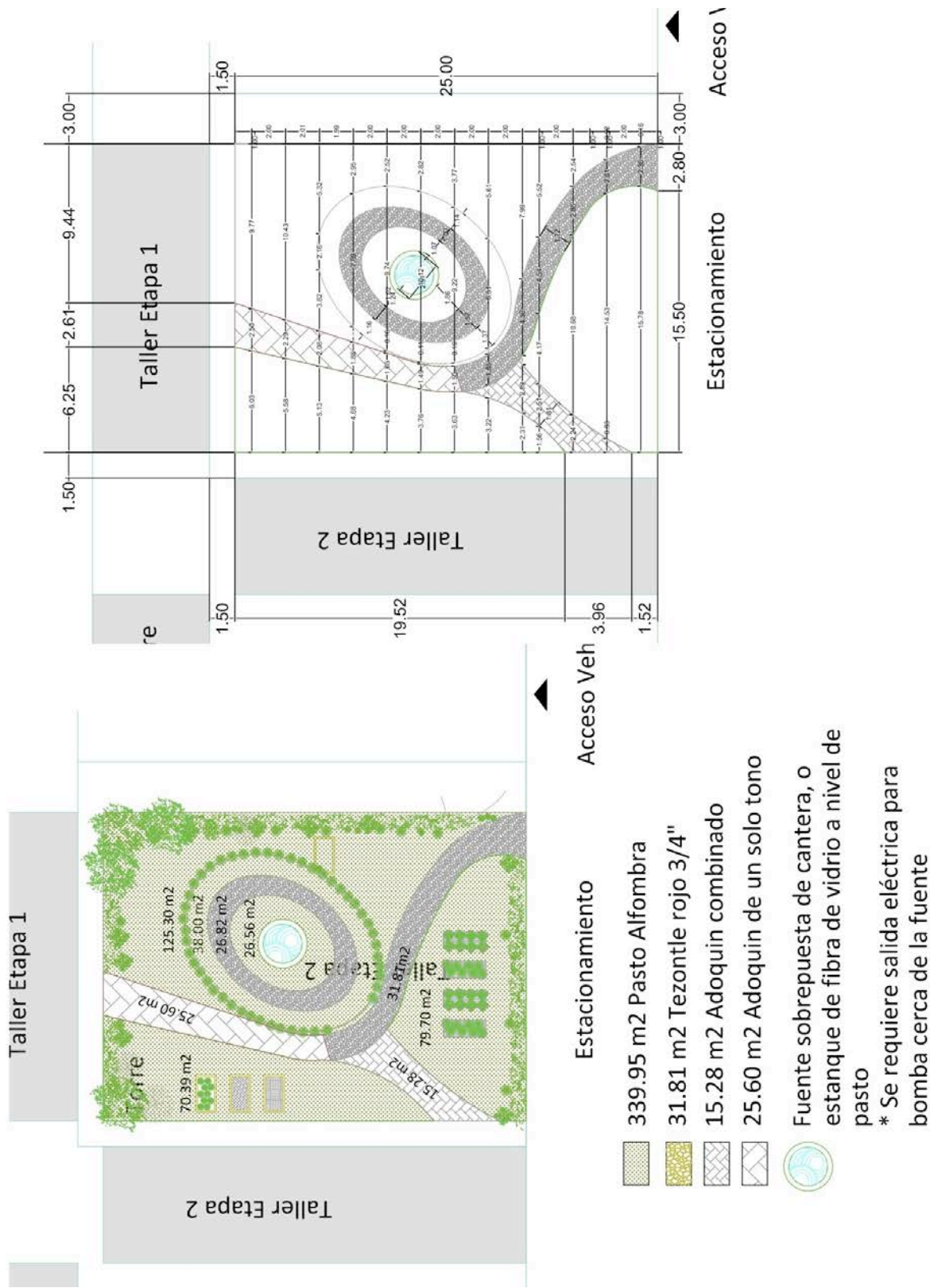


Fig.53. Ejecución de jardín.



Fig. 54. Jardín terapéutico terminado.



V.3. Discusión de resultados

V.3.1. Preferencias del entorno natural

Los resultados de las encuestas confirman que para grupo de estudio el jardín terapéutico es un lugar óptimo para desarrollar habilidades psicomotrices, visuales y auditivas, además de que disfrutan realizar actividades en un espacio al aire libre. A pesar de lo anterior, el 50% de los alumnos sólo tiene contacto con áreas verdes una vez por semana.

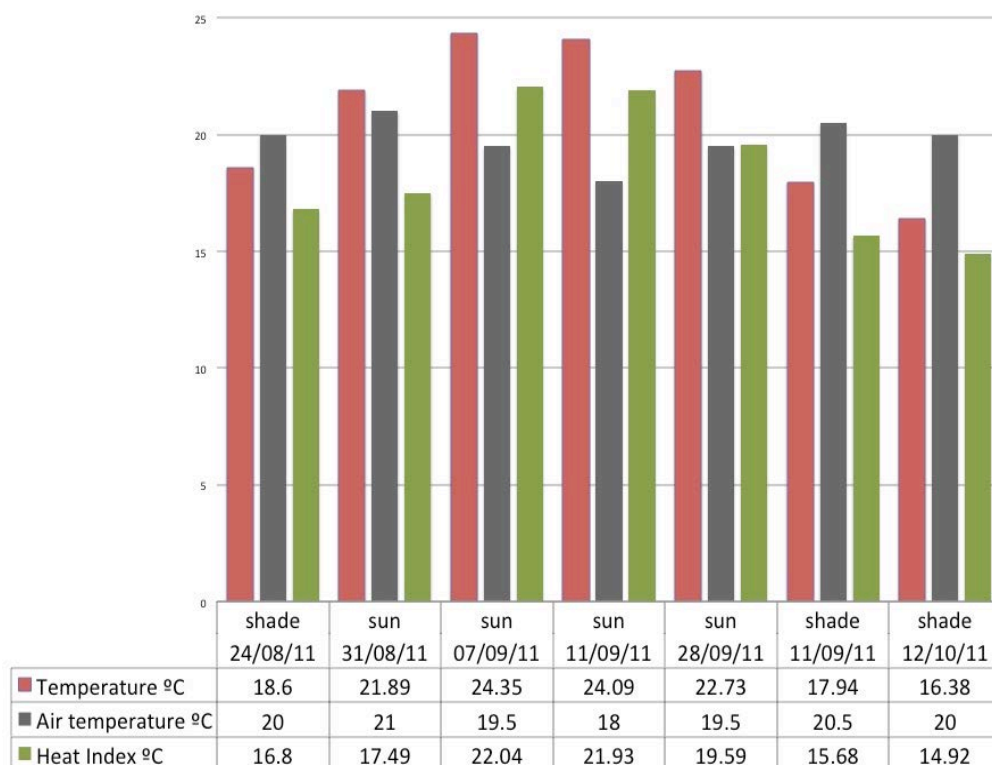
En cuanto al enfoque ambiental, las evaluaciones indican que las preferencias del grupo son: 75% por los sonidos de la naturaleza, 56% por olores dulces y 41% por el color morado. Respecto a los elementos naturales se muestran que 56% se sienten atraídos por agua, 27% por los árboles de tamaño medio. En relación a las texturas no indicaron preferencia por alguna. Por lo que se refiere a los factores de confort evaluados, los resultados indican que el 78% de los alumnos prefieren y toleran más la sensación de calor que de frío y que las condiciones ambientales que prefieren son 87% días soleados, 62% viento y 75% poca sombra. Es importante señalar que, como se menciona en el capítulo anterior, se utilizaron apoyos visuales, acústicos y táctiles, por lo que los resultados podrían variar al tener un contacto real con el entorno natural.

Por otro lado, es común que personas con SD no sepan expresar sus preferencias de confort térmico con el misma facilidad que un niño en condiciones comunes. Esto se confirmó durante las sesiones en el jardín, en las que el grupo experimental tuvo que ser instruido para desarrollar la capacidad de expresar cuándo sintieron calor o frío; asimismo se realizaron diferentes pruebas con el tipo de ropa que portaban los niños a las sesiones hasta que fueron capaces de reconocer y expresar su estado de confort (Fig. 55.).



Fig. 55. Pruebas realizadas con diferente tipo de ropa.

Respecto al análisis bioclimático, se llevaron a cabo siete sesiones de agosto a octubre entre las 8:40 a.m. a 9:40 am. El análisis muestra que el grupo experimental expresó confort en las actividades llevadas a cabo principalmente en la sombra y con un máximo de 80 % de nubosidad, con actividades de bajo impacto físico a las cuales se les asignó un valor de 2.2 y 2.6 MET (unidad de medida del índice metabólico) y 1 CLO (valor asignado al aislamiento que proporciona la ropa en este caso 1 CLO equivale a camisa de manga larga, de algodón, pantalones, chaqueta, calcetines y zapatos). De acuerdo a los datos climáticos obtenidos en las sesiones, el grupo experimental manifestó confort térmico con los siguientes promedios: temperatura máxima de 22.7 ° C, mínima 17.9 ° C , temperatura máxima del aire de 20.5 ° C y una mínima de 19.5 ° C , índice de calor máximo de 19.6 ° C y mínimo de 19.4 ° C y humedad relativa de 61.5 %; y expresó incomodidad térmica cuando se sentían acalorados, en las actividades llevadas a cabo principalmente en el sol, con 20% de nubosidad, con actividades de 2.2 y 2.6 MET y 1 CLO de aislamiento y con los siguientes promedios: temperatura máxima 24.3 ° C, mínima 16.4 ° C , temperatura máxima del aire 21 ° C y mínima de 18 ° C , índice de calor máximo 22.0 ° C y mínimo de 18.8 ° C y humedad relativa de 66.7 % (gráfica 16). En ambos casos la velocidad del viento fue muy baja, siendo el dato máximo de 0.8 m / s y el flujo de aire de 0.1 m / s, valor que se encuentra dentro de los rangos aceptables, de la misma manera que la humedad relativa, por lo anterior no se pudo determinar valores máximos o mínimos de confort en estos aspectos.



Gráfica. 16. Confort Térmico de grupo experimental

Es importante señalar que el grupo experimental no expresó la falta de confort de manera verbal, sino a través de acciones físicas como; por ejemplo, solicitando que se les retirara su chamarra o suéter. Como se mencionó anteriormente, el grupo experimental desarrolló la habilidad de reconocer y expresar la sensación de calor o frío; mientras que en la primera sesión los alumnos actuaron y respondieron por imitación de los terapeutas, al final del período de evaluación, los alumnos se expresaron de forma independiente (Fig. 56).



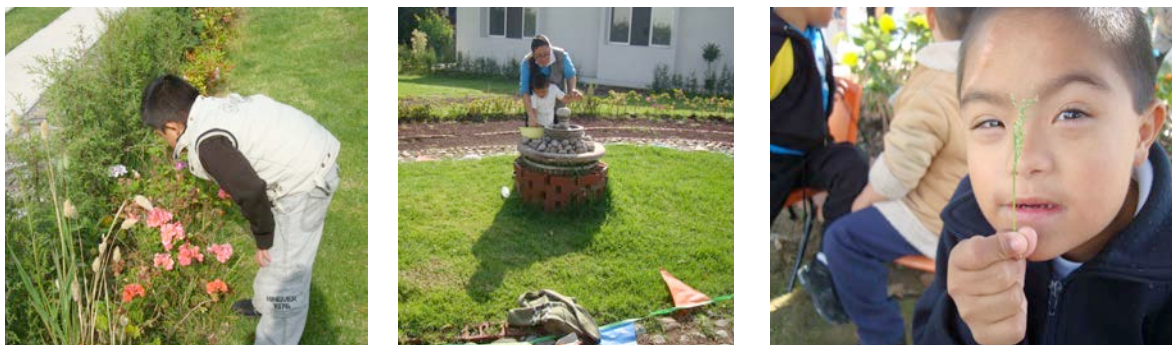
Fig. 56. Al final del período de evaluación, los alumnos expresaron de forma independiente si sentían calor o frío.

La información recolectada en el salón de clases fue la siguiente: promedio de temperatura máxima de 20.5 ° C y mínima de 18.5 ° C , humedad relativa promedio de 68.5 %. Sin embargo, el grupo de control no desarrolló la capacidad de expresar las sensaciones térmicas, por lo que no fue posible saber cuándo se encontraban en estado de confort.

V.3.2. Análisis de habilidades

Las actividades programadas para las sesiones en el Jardín Terapéutico fueron diseñadas centrándose en diferentes aspectos tales como: desarrollo psicomotor, conocimiento del medio ambiente, discriminación y selección de formas, tamaños y colores, y relación tiempo-espacio (Fig. 57). Dichos aspectos se encuentran considerados dentro de las habilidades a desarrollar en el área cognitiva.

Fig. 57. Actividades programadas para desarrollo psicomotor, conocimiento del medio ambiente, discriminación y selección.

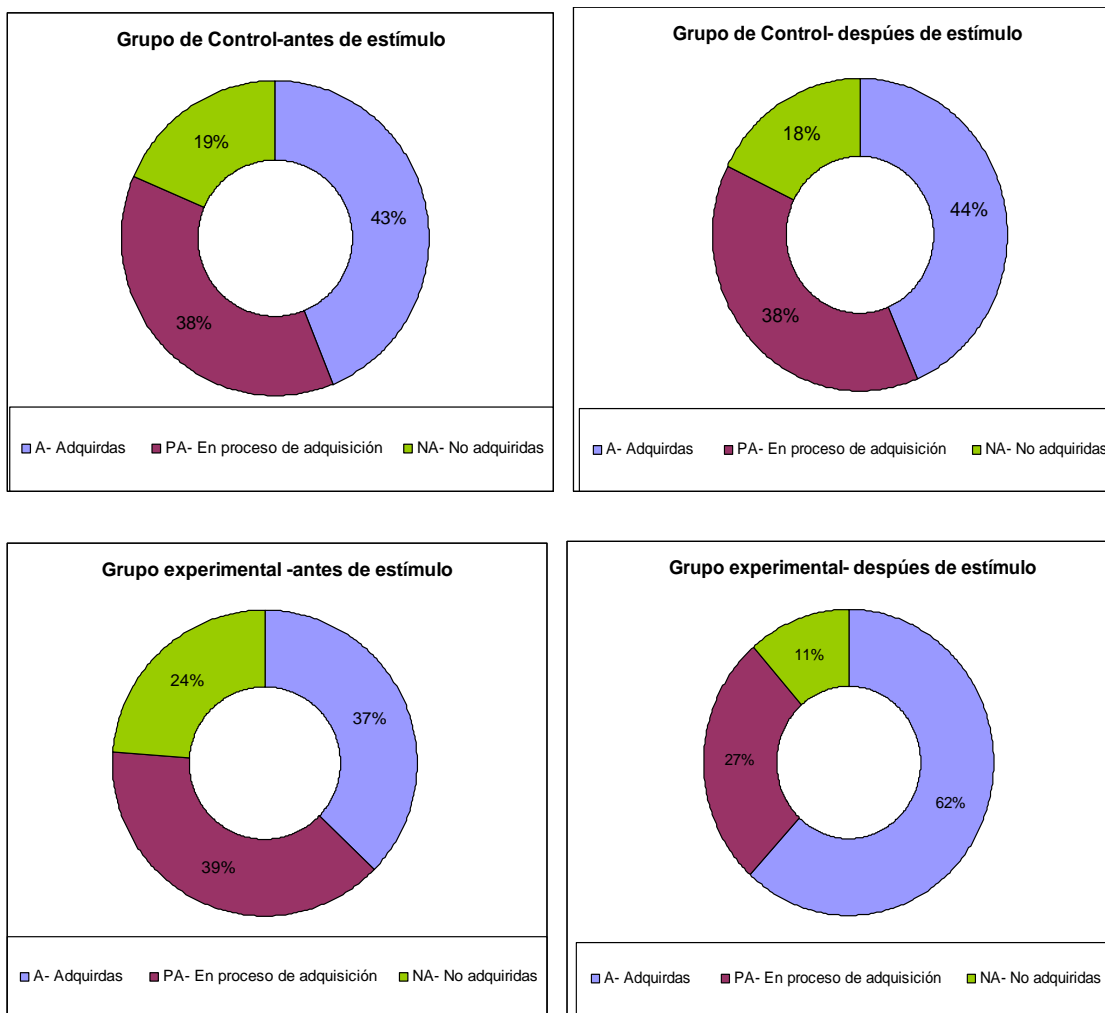


La evaluación previa al componente experimental indicó que el grupo de control, de 43 habilidades evaluadas, 43.78 % las tenían adquiridas (A), el 37.6 % se encontraba en proceso de adquisición (PA), y 18.63 % no adquiridas (NA). Las evaluaciones de habilidades del grupo experimental antes del componente experimental indicaron que el 37.2 % se encontraban adquiridas (A), 38.95 % en proceso de adquisición (PA), y el 23.83 % no adquiridas (NA).

Los resultados en las habilidades adquiridas después del componente experimental en el grupo control, fueron 43.78 % (A), el 38.5 % (PA) y el 17.8 % (NA). En el grupo experimental, mostraron un progreso de 61.52 % (A), 26.63 % (PA) y 11.38 % (NA) (gráfica. 17)

El grupo de control tuvo un incremento del 1% en la adquisición de habilidades; por el contrario, el grupo experimental tuvo un incremento del 24%. Las zonas más favorecidas fueron el desarrollo psicomotor, el conocimiento del medio ambiente, asimismo fue relevante que los estudiantes mostraron un gran avance en la expresión verbal y física para discriminar y seleccionar objetos, colores, formas y sensaciones de calor y frío. Además de estos hallazgos se observó que los estudiantes estaban entusiasmados durante las sesiones en el jardín terapéutico.

Gráfica 17. Análisis de habilidades adquiridas.



También se observó que durante las primeras sesiones el 2% de los alumnos mostraron intolerancia a la textura del pasto, al final de las sesiones la toleraron por completo, aunque el 100% mostraron preferencia por texturas como la de la grava. Asimismo se observó que después de la primera sesión en el jardín terapéutico el grupo experimental se comportó y se desarrolló de forma independiente (Fig. 58).

Fig. 58. Tolerancia a las texturas.



En cuanto al desarrollo psicomotor, se observó que en ciertas actividades tenían más dificultades al caminar sobre el pasto que sobre otras superficies; sin embargo, de acuerdo a lo que comentaron los terapeutas, esto puede ser beneficioso para desarrollar sus habilidades motoras. Asimismo, respecto a las superficies en piso definidas por formas y materiales, los alumnos no tuvieron problema para seguir instrucciones.

Fig. 59. Actividades para el desarrollo psicomotor.



Durante algunas de las sesiones, se utilizaron como complemento sonidos de la naturaleza tales como el correr del agua, el canto de pájaros y sonidos de algunos otros animales, y se observó que con este apoyo los alumnos se encontraban más relajados a diferencia de cuando no se utilizó ningún tipo de sonido (Fig.60). Respecto a las preferencias en los elementos naturales los resultados fueron diferentes a los obtenidos en las evaluaciones previas al estímulo, ahora la sombra y las piedras resultaron más atractivas para los alumnos que el resto de los elementos seleccionados para las encuestas, en las que únicamente se contó con apoyo visual.

Fig. 60. Los alumnos se mostraron relajados cuando se utilizó como apoyo sonidos de la naturaleza.



V.4. Conclusiones

Las evaluaciones realizadas en la Fundación CEDAC (Centro de educación para personas con síndrome de Down), sugieren que las directrices del jardín curativo diseñado, específicamente para niños con SD, fueron aceptadas por estos. Mostrando una buena aceptación y desenvolvimiento en los espacios sombreados, con una visibilidad clara, es decir, visualmente abiertos, con barreras acústicas y de viento, circulaciones y caminos con forma definida y con diferentes texturas.

Se obtuvo información que las preferencias de los alumnos en relación a las características de la vegetación son: árboles frutales de tamaño mediano, flores rojas, amarillas y naranja, principalmente y elementos naturales como el agua y las piedras. Finalmente, los sonidos de la naturaleza son de influencia significativa y benéfica para el estado de ánimo de la persona provocando tranquilidad.

Teniendo en cuenta el análisis bioclimático de la zona, el aislamiento de la ropa (CLO) y actividad metabólica (MET), la temperatura máxima para el confort térmico de niños con SD, es de aproximadamente de 22°C, lo cual está por debajo de los parámetros considerados para personas en condiciones normales que es de 25.4° C. Lo anterior indica que las personas con SD pueden presentar una mayor intolerancia al calor que las personas en condiciones normales, que pudiera deberse a las capacidades físicas y sensoriales características de personas con SD. Para obtener valores más específicos, se recomienda realizar el análisis climático de acuerdo al sitio y evaluaciones de las habilidades a desarrollar en períodos de tiempo más largos y con personas con SD de diferentes edades.

El grupo experimental, expresó confort en la mayoría de los días nublados o en actividades realizadas en la sombra. Según los resultados del análisis, de agosto a octubre de 7 a.m. a las 11

a.m., las condiciones climáticas están por debajo del rango de confort térmico, lo cual indica que podría ser un horario ideal para tener actividades en el jardín terapéutico.

Las siete sesiones que se analizaron en este trabajo, produjeron un aumento del 24% en la adquisición de habilidades, en particular en las del área cognitiva del grupo experimental, que pudiera ser en gran medida por la estimulación sensorial que provee un espacio dotado de elementos naturales. Si bien es cierto que las personas usan las áreas verdes principalmente para descanso o recreación, se pueden crear y diseñar programas y actividades en centros especializados para personas con SD para el desarrollo de sus habilidades.

Las actividades que pueden llevarse a cabo en un jardín terapéutico pueden variar de acuerdo a las necesidades de los usuarios. También es importante que las sesiones en el jardín terapéutico se diseñen con un plan específico de actividades y con la supervisión de especialistas y terapeutas considerando que un jardín es un espacio lleno de estímulos en el que las personas pueden perder la atención fácilmente.

En este estudio se han determinado condiciones de confort y los lineamientos de diseño al aire libre para un jardín terapéutico para las personas con SD, asimismo, se ha demostrado el impacto positivo que espacios de este tipo tienen en el desarrollo de las habilidades, en particular en el área cognitiva.

La metodología determinada en este trabajo de investigación será útil para futuros estudios, en los que principalmente se busque obtener información para personas con SD respecto a parámetros de confort térmico, lineamientos de diseño de jardines terapéuticos y desarrollo de habilidades.

Hoy la Fundación CEDAC lleva a cabo actividades en el espacio diseñado, como parte de sus programas de capacitación y educación en todos los niveles escolares con los que cuenta para los alumnos SD.

Referencias bibliográficas

Abd Shukor, S. 2007. *Design characteristics of healing garden for down's syndrome children in Malaysia*. Tesis de maestría. School of Graduate Studies. Universiti Putra Malaysia, Selangor Darul Ehsan. 120 p.

American Society of heating, refrigerating and air Conditioning Engineers, Inc. 2003 *Ashrae Standard: Thermal Environmental conditions for human Occupancy*, 3rd edition, Atlanta.

Bronfenbrenner, U. 2005. *La ecología del desarrollo humano, experimentos en entornos naturales diseñados*. Paidós, Barcelona, Buenos Aires, México. 346 p.

Brown, B. y Gillespie, T. 1995. *Microclimatic landscape design, creating thermal comfort and energy efficiency*, Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Chacalo, A. y Corona, V. 2009. *Árboles y arbustos para ciudades*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. 600 p.

Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la discapacidad y de la salud. 2001. Quincuagésima cuarta asamblea mundial de la salud, Madrid, España. 36 p.

Cooper, C. y M. Barnes. 1999. *Healing gardens. Therapeutic benefits and design recommendations*. John Wiley and Sons, Hoboken. 610 p.

Cox, A. y P. Groves. 1981. *Design for health care*. Butterworth-Heinemann, Londres. 136 p.

Diario Oficial de la Federación, 2012. *Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA3-2012, Para la Atención integral a personas con discapacidad*, México.

Fuentes, V. 2004. *Clima y Arquitectura*. Universidad Autónoma Metropolitana-Azc, México, D.F. 304 p.

Grahn, P. 1989. *Experimentar el parque. Parque importancia para los ancianos enfermos y discapacitados*, Suecia. 60 p.

Henderson, B. y N. Vikander (eds.) 2007. *Nature first. Outdoor life the friluftsliv way*. Natural Heritage Book, Toronto. 320 p.

Jordet, A. 1998. *Nærmiljøet som klasserom. Uteskole i teori og praksis (The local environment as classroom: udeskole in theory and practise)*. Cappelen Akademisk Forlag, Oslo. 208 p.

Kaplan, R. y S. Kaplan. 1989. *The experience of nature. A psychological perspective*. Cambridge University Press, Nueva York. 340 p.

Krishnamurthy, L. y J Rente Nascimento. 1998. *Áreas verdes urbanas en Latinoamérica y el Caribe*. Memoria del seminario internacional en la Ciudad México. Centro de Agroforestación para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo, México, D. F. 412 p.

LGPD - Ley General para personas con discapacidad, Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación del 10 de Julio del 2005, última reforma publicada DOF 01-08-2008. México D.F.14 p.

Ochoa, J. 1999. La vegetación como instrumento para el control microclimático. Tesis de doctorado en Arquitectura. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

Rodríguez M., A. Figueroa, V. Fuentes, G. Castorena, V. Huerta, J. García, F. Rodríguez y L. Guerrero. 2008. *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Limusa. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 204 p.

Rodríguez, H. y M. L. Sandoval. 2010. *Calidad de vida. Los espacios de recreación hacia una planeación integral*. Delegación Azcapotzalco. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México. D. F. 256 p.

Naciones Unidas 1990. *Compendio de datos estadísticos sobre los impedidos*. Serie Y N° 4, Nueva York, E.U.A. 361p.

Stevens, E.1918. *The american hospital of the twentieth century*. Architectural Record Publishing Company,.Nueva York. 274 p.

Sanmiguel, S. 2007. *Un Vitruvio Ecológico: Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Gustavo Gilli. Barcelona. 159 p.

Wolf, K. 1998. *Human dimensions of urban forest*. Center for Urban Horticulture. University of Washington, Seattle. 6 p.

Artículos de Revistas Científicas:

Alpera, R. y Morata, J. 2012. Alteraciones endocrinológicas en el síndrome de Down Unidad de Endocrinología Pediátrica. *Revista española de pediatría*, Vol. 68: 440-444.

Lira, C. 2008. Los jardines como manifestación de la cultura. *Anuario de Estudios de Arquitectura, Historia, Crítica y Conservación*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D. F. 93-114

Mitrione, S. 2008. Therapeutic responses to natural environments: using gardens to improve health care. *Minnesota Medicine*, Vol. 91(3):31-34.

Balling, J. Falk, J. 1982. Development of Visual Preference for natural environments. *Journal Environmental and Behavior*, Vol.14 (1): 15-28.

Bentsen, P., Sondergaard, F., Mygind, E., Barfoed, T. 2010. The extent and dissemination of udeskole in Danish Schools. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 9 (3) 235-243

Harting, T., Cooper, C. 2006. Essay Healing gardens-places for nature in health care. *Journal of Medicine and Creativity*, Vol. 368: 36-39

Im, S. 1984. Visual Preferences in enclosed urban spaces, an exploration of a scientific approach to environmental design. *Journal Environmental and Behavior*, Vol 16. Num. 2, 235-261

Lira, C. 2008. Los jardines manifestación de la cultura. *Anuario de estudios de Arquitectura, historia, crítica, conservación 2008. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco*.

Ulrich, R. S. 1984. View through a window may influence recovering from surgery. *Science* 224 (4647): 420-421

Wheeler, L. 1985. Behavior and Design. *Journal Environmental and Behavior*, Vol 17 (1), 133-144

Fuentes electrónicas

Arens, E., y Ballanti, D. 1977. Respect Outdoor comfort of pedestrians in cities, en: www.nrs.fs.fed.us.

Humphreys S, 2008. Architecture and Autism, en:

http://www.google.com.mx/#hl=es&source=hp&biw=1227&bih=663&q=udda+03102008+s.+humphreys&aq=f&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=1c724f130d6d4933.

Itaú Cultural. 2008. João Filgueiras Lima, o Lelé (1932). En: *Enciclopédia Itaú Cultural de Artes Visuais [en línea]* www.itaucultural.org.br/aplicexternas/enciclopedia_ic/index.cfm

Jones, M. 2014. Disconnections between outdoor programs and education principles, en: http://www.latrobe.edu.au/education/downloads/2004_conference_jones.pdf.

Lehman, M. 2009. Architecture, nature and occupant stress. En: <http://sensingarchitecture.com/330/architecture-nature-and-occupant-stress/>

Lewis, S. 2010. La Discapacidad en México, en: <http://www.ceidas.org/documentos/SLEWIS.pdf>

Lee, J. 2010, Autismo y arquitectura: sobre el conocimiento del entorno físico en las personas, en: <http://www.joseleearquitectura.com/blog/autismo-entorno-fisico-sobre-cognicion-espacial-personas-con-autismo/>.

Lee, J. 2010, Sobre la psicología ambiental y su importancia para la arquitectura en:

<http://www.joseleearquitectura.com/blog/centro-investigacion-intervencion-diagnostico-autismo/>.

Lee, J. 2010, Notas sobre el medio ambiente: la relación del ser humano con el entorno, en: <http://www.joseleearquitectura.com/blog/notas-sobre-el-medio-ambiente/>.

Mostafa, M. 2008, Artículo IJAR, vol. 2- Issue 1, An Architecture for Autism: Concepts of Design Intervention for the Autistic User, en: http://archnet.org/library/documents/one-document.jsp?document_id=10331.

Mitrione, S. (2008) Therapeutic responses to natural environments, Using Gardens to improve HealthCare, en: <http://www.minnesotamedicine.com/PastIssues/PastIssues2008/March2008/ClinicalMitrioneMarch2008/tabid/2488/Default.aspx>

Normales Climatologicas- Molinito San Bartolo, 2010, en: smn.conagua.gob.mx,

Rusk Institute of Rehabilitation Medicine en la ciudad de Nueva York , Glass Garden, en: <http://rusk.med.nyu.edu/for-patients-families/options-care/wellness/glass-garden>.

Troncoso, M., Del Cerro, M., Ruiz , E. (2013) El desarrollo de las personas con Síndrome de Down: Un análisis longitudinal, en: <http://empresas.mundivia.es/downcan/desarrollo.htm>.

ONU 2010. United Nations Statistics Division en: <http://unstats.un.org/unsd/demographic/sconcerns/disability/disab2.asp>.

Verdugo, M. 2002. *Análisis de la definición de discapacidad intelectual de la asociación Americana sobre retraso mental 2002*. Instituto Universitario de Integración en la Comunidad. Universidad de Salamanca. http://fevedi.org/media/uploads/cyclope_old/adjuntos/DefinicionDiscapacidadI..pdf

Wikipedia en: http://es.wikipedia.org/wiki/Estado_de_México#Geograf.C3.ADA; http://es.wikipedia.org/wiki/Depresión_del_BaIsas; <http://es.wikipedia.org/wiki/Naucalpan>.

WHO, World Health Organization en: <http://www.who.int/en/>

Anexos

- Anexo 1. Ciclos estacionales. Naucalpan Estado de México.
- Anexo 2. Encuesta para grupo de estudio.
- Anexo 3. Encuesta para padres de familia.
- Anexo 4. Encuesta para terapeutas.
- Anexo 5. Formato de evaluación en sitio.
- Anexo 6. Cuadro concentrador de resultados.
- Anexo 7. Evaluación posterior a estímulo experimental.